



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

Asier Salinas Garayoa

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 24 de Febrero de 2.011

ÍNDICE

1	Introducción	3
1.1	Objeto	3
1.2	Descripción del edificio	3
1.2.1	Superficie	3
1.2.2	Descripción de la actividad	4
1.3	Normativa	4
1.4	Bases de diseño	5
1.5	Previsión de cargas	5
1.6	Esquema de distribución	7
1.6.1	Tipos de esquema de distribución	8
1.6.2	Solución adoptada	8
1.7	Instalación baja tensión	9
1.7.1	Descripción de la instalación	9
1.7.1.1	Descripción cuadros	10
1.7.1.2	C.G.B.T y secundarios	10
1.8	Alumbrado	19
1.8.1	Introducción	19
1.8.2	Alumbrado interior	20
1.8.3	Alumbrado exterior	21
1.8.4	Alumbrado emergencia	22
1.9	Conductores y distribución en baja tensión	26
1.9.1	Introducción	26
1.9.2	Factores para el cálculo de cables	26
1.9.3	Prescripciones generales	29
1.9.3.1	Conductores activos	29
1.9.3.2	Conductores neutro	29
1.9.3.3	Conductores de protección	31
1.9.4	Sistemas de canalización	32
1.9.4.1	Canalizaciones	32
1.9.4.2	Prescripciones generales	33
1.9.4.3	Tubos protectores	34
1.9.5	Receptores	35
1.9.5.1	Receptores para alumbrado	35
1.9.5.2	Receptores a motor	35
1.9.6	Cálculo de secciones	37
1.9.7	Normas para la elección del cable	37
1.9.8	Normas para la elección del tubo	38
1.9.9	Soluciones adoptadas	39
1.10	Protecciones baja tensión	41
1.10.1	Introducción	41
1.10.2	Protección de la instalación	41

1.10.2.1	Protección contra sobrecargas	43
1.10.2.2	Protección contra cortocircuitos	43
1.10.3	Proceso para el cálculo de las intensidades de cortocircuito	45
1.10.3.1	Ley general	45
1.10.3.2	Determinación de impedancia aguas arriba	46
1.10.3.3	Impedancia del transformador	46
1.10.3.4	Impedancia de los conductores	47
1.10.3.5	Icc de la nave industrial	48
1.10.4	Protección de personas	48
1.10.4.1	Protección contra contactos directos	49
1.10.4.2	Protección contra contactos indirectos	50
1.10.5	Solución adoptada	51
1.11	Puesta a tierra	62
1.11.1	Introducción	62
1.11.2	Objetivo de la puesta a tierra	62
1.11.3	Partes de la puesta a tierra	63
1.11.4	Elementos a conectar a la toma de tierra	66
1.11.5	Solución adoptada	67
1.12	Corrección del factor de potencia	67
1.12.1	Generalidades	67
1.12.2	Ventajas de un elevado factor de potencia	67
1.12.3	Métodos para mejorar el factor de potencia	68
1.12.3.1	Procedimientos directos	68
1.12.3.2	Procedimientos indirectos	68
1.12.3.3	Elección del método de compensación	69
1.12.4	Clasificación y elección de la compensación	69
1.12.4.1	Clasificación de la situación de la Compensación	69
1.12.4.2	Elección de la situación para la Compensación	70
1.12.4.3	Clasificación por tipo de condensador	70
1.12.4.4	Elección del tipo de la compensación	71
1.12.5	Características técnicas	71
1.13	Centro de transformación	72
1.13.1	Características del C.T.	72
1.13.1.1	Descripción de la instalación	73
1.13.1.2	Instalación eléctrica	75
1.13.2	Medida de la energía eléctrica	81
1.13.3	Puesta a tierra	82
1.13.4	Instalaciones secundarias	83
1.14	Resumen del presupuesto	85
1.15	Bibliografía	87

1.1 OBJETO

Este proyecto trata sobre la instalación eléctrica en baja tensión en una edificación industrial situada en la parcela 7.18 del polígono Jundiz, en el término municipal de Vitoria (Álava).

1.2 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio consta de una planta baja y una entreplanta. En la planta baja nos encontraremos con una zona de almacén de 3723'04 m², una zona para la devolución del material de 51'91 m², otra zona para cargar las baterías de la traspaletas eléctricas de 81'98 m², un cuarto de mantenimiento de 25'10 m², unos vestuarios, una zona de recepción, dos aseos, dos pasillos para entrada o salida del exterior y un cuarto para la máquina de la limpieza. En la entreplanta tenemos oficinas, dos aseos y un cuarto para los motocompresores y el frío. El centro de transformación se encuentra fuera de la nave.

1.2.1 SUPERFICIE

- Zona de almacenaje, recepción y expedición,maquinaria:	
Antecamara	166'90 m ²
Almacén materias primas	3723'04 m ²
Sala cargadores baterías	81'98 m ²
Sala devolución	51'91 m ²
Sala máquina limpieza	9'91 m ²
Mantenimiento	25'10 m ²
Sala frío y motocompresores	80'33 m ²
SUPERFICIE TOTAL	4139'17 m²
- Zona de oficinas planta baja:	
Aseos y vestuarios hombres	46'18 m ²
Aseos y vestuarios mujeres	52'96 m ²
Recepción	23'26 m ²
SUPERFICIE TOTAL	122'4 m²

- Zona Sobreplanta	
Oficinas	306'04 m ²
Sala compresores y frio	80'33 m ²
<i>SUPERFICIE TOTAL</i>	<i>386'37 m²</i>

1.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La actividad fundamental que se realiza en la nave industrial es el almacenamiento de alimento fresco. Y su posterior transporte a las centros de venta..

Las materias primas llegan al muelle de recepción y son recopilados en el almacén correspondiente. Estas materias primas son todo tipo de carne.

1.3 NORMATIVA.

- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN.
Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002
- REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN CENTRALES ELÉCTRICAS, SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN. Ed. Paraninfo, 1997.
- NORMAS UNE Y RECOMENDACIONES UNESA QUE SEAN DE APLICACIÓN.
- NORMAS PARTICULARES DE IBERDROLA.
- REGLAMENTO DE VERIFICACIONES ELECTRICAS T REGULARIDAD EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA.
- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, DE PREVENCION DE RIESGOS LABORALES.

1.4 BASES DE DISEÑO.

Se trata de una nave destinada al almacenamiento de alimentos frescos.

La energía consumida la suministra Iberdrola a 13200 V. que es transformada a 400/230V. Por medio de un transformador propio de 630 KVA

1.5 PREVISIÓN DE CARGAS.

La relación de potencias prevista, tanto en fuerza como en alumbrado es la siguiente:

○ Fuerza:

▪ Motocompresores	50000	W
▪ Frio	60000	W
▪ T.C. zona mantenimiento	5000	W
▪ T.C. zona muelles	5000	W
▪ T.C. oficinas y vestuarios	14500	W
▪ T.C. Almacén y sobre almacén	15000	W
▪ Cargadores de baterías	40000	W
▪ Mosquiteros	2000	W
▪ Plataforma Muelles	18000	W
▪ Máquina limpieza	3500	W
▪ T.C. zona frio y cargadores	5000	W

Total potencia de fuerza	214500	W
---------------------------------	---------------	----------

○ Alumbrado:		
▪ Alumbrado interior:		
• Sobrecamara	7452	W
• Cámara	30600	W
• Oficinas	3500	W
• Vestuarios	2000	W
• Antecámara	2700	W
• Mantenimiento	324	W
• Cargadores de baterías	1035	W
• Zona devolución	972	W
• Pasillos	468	W
• Sala Motocompresores	756	W
▪ Alumbrado exterior:	4680	W
Total potencia de alumbrado	54487	W

Potencia demandada por los cuadros secundarios: Lo calculado:

C.S. Baterías	40896
C.S Mantenimiento	12017,6
C.S. Oficina 2	10580
C.S Oficinas 1	12092
C.S Motocompresores	55760,6
C.Auxiliar 1	60636
C.S. muelles	18000
C.Auxiliar 2	13552
C.S Frio	60000
C.S. Baterías	40896

Total potencia 283534,2 W

1.6 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN.

El sistema de distribución será el conocido como T-T, donde el neutro de la instalación está conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación, tal y como se indica en la ITC 08 del REBT 2002.

Las diferentes líneas partirán, bajo canalización adecuada, desde el cuadro general de baja tensión hasta los cuadros secundarios o directamente hasta los receptores. Asimismo, desde los cuadros secundarios, partirán las líneas de alimentación a los receptores específicos.

Tanto las bandejas como los tubos a emplear serán de dimensiones adecuadas en cada caso, en función de la sección de los conductores y del número de líneas a contener.

Como norma general, la sección mínima a emplear será de 2.5 mm^2 independientemente del tipo de receptor considerado (alumbrado, fuerza u otros usos). Nosotros en este caso hemos utilizado la sección mínima de 2.5 mm^2 para el alumbrado y para la fuerza.

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la apareamiento encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

1.6.1 TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Existen tres tipos de esquemas de distribución:

1) *Esquema TN:*

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. En los esquemas TN cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito.

2) *Esquema TT:*

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

3) *Esquema IT:*

El esquema IT no tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra, sino que se conectan a través de una impedancia. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra.

En estos tipos de esquema, la intensidad resultante de un primer defecto fase masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

1.6.2 SOLUCIÓN ADOPTADA PARA EL ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

Para la elección del tipo de esquema de distribución debemos fijarnos en las características técnicas y económicas de nuestra instalación. Siguiendo lo que ordena el reglamento de Baja tensión (ITC-BT-08), en nuestro caso podríamos elegir cualquiera de los tres tipos de esquema, debido a que el centro de transformación es del abonado, pero nos decantamos por un esquema TT ya que es la solución más aconsejable y efectiva para proteger nuestra instalación de los defectos que se produzcan en este tipo de instalaciones.

1.7 INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN.

1.7.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

La instalación estará alimentada por un transformador propio de 630 KVA.

La instalación de baja tensión comienza en el cuadro de corte instalado en el propio Centro de Transformación cuya finalidad es realizar un corte seguro de tensión para poder maniobrar en el propio transformador y dar los servicios de casetón destinado para albergar el centro de transformación y el grupo electrógeno.

Desde este cuadro de corte sale una línea eléctrica conformada por cable RV-K 0,6/1KV 3[4(1x240)] mm² +T hasta el cuadro de general de distribución, pasando antes por el cuadro general de baja tensión situado en el local anexo al Centro de Transformación. Del C.G.B.T. transportaremos la energía hasta el cuadro general de distribución, del cual desde ese cuadro distribuiremos la energía hacia los cuadros auxiliares.

El cuadro denominado C.S. Auxiliar 2 es un cuadro que da servicio al alumbrado de la Sobrecamara y todos los enchufes que existen en la Sobrecamara y que está situado en dicha zona.

Así mismo, desde el C.G.D. se alimentan los cuadros de frío situados en el local de frío, cuadro de cargadores de trapaletas, cuadro auxiliar 1, cuadro auxiliar 2, cuadro oficina 1, cuadro oficina 2, c.s. motocompresores, C.S muelle y cuadro de mantenimiento.

Todas las acometidas principales discurren por canalizaciones formadas por bandeja de rejilla. Los circuitos de alumbrado de la cámara de frío se reparten por encima de ésta bajo tubo de PVC rígido de diámetro adecuado exceptuando el alumbrado de oficinas, vestuarios, recepción y baños que lo llevaremos mediante tubo corrugado.

Desde las bornas de salida en baja tensión del transformador partirá una acometida general realizada a base de conductores de cobre de sección 3x[4 (1x240mm²)]+3x120mm² directamente enterrada. Dicha acometida general llegara hasta el cuadro general de distribución a partir del cual se protegerán los diferentes circuitos que alimentaran a los

receptores y cuadros auxiliares de fuerza y alumbrado.

La alimentación desde el cuadro general a las maquinas y los cuadros secundarios se realizará mediante conductores de cobre flexibles con aislamiento de poliolefina en bandeja perforada .Las cargas monofásicas se distribuirán entre las tres fases de manera que no se desequilibren éstas (reparto de fases), esta distribución vendrá indicada en el esquema unifilar.

1.7.1.1 Distribución de los cuadros:

La instalación se compone de un cuadro general de baja tensión, cuadro general de distribución y nueve cuadros secundarios, C.S. Mantenimiento, C.S. frio, C.S. motocompresores, C.S. Auxiliar 1, C.S. Auxiliar 2, C.S. oficina 1, C.S. oficina 2, C. S. muelles y C.S. cargadores traspaleas

1.7.1.2 Cuadro General de BT y Secundarios.

El cuadro general de baja tensión se llevará a cabo mediante un armario metálico de la marca SCHNEIDER ELECTRIC.

Las envolventes serán de chapa electrozincada, con un revestimiento de pintura termoendurecida a base de resina epoxi modificada con resinas poliéster permitiendo la protección contra la corrosión. Dispondrá de chasis modular porta-aparatos y podrá colocarse empotrado en paramentos verticales o de superficie.

Se puede ver su ubicación exacta en los planos del Proyecto.

Dispondrá de un interruptor general de protección, del tipo magnetotérmico y tetrapolar. Asimismo, se instalará un analizador de redes que indicará los valores de tensión, corriente, frecuencia y factor de potencia de la instalación.

Estará normalizado y contendrá en su interior todos los dispositivos de mando y protección de cada cuadro secundario o línea. Estos dispositivos estarán formados por interruptores automáticos de disparo electromagnético por cortocircuito y retardo térmico por

sobrecarga, así como protecciones diferenciales.

Se distribuirá según el esquema unifilar indicado en planos, con los componentes graficados en éste.

Sus dimensiones serán tales que exista una reserva de espacio suficiente para futuras ampliaciones o reformas.

Los diferentes circuitos estarán señalizados con etiquetas en el frente de los paneles para identificarlos. Las etiquetas serán de plástico duro tipo “resopal” en galleta o similar, fijadas con remaches o tornillos. Todos los aparatos llevarán una placa de identidad con el nombre del fabricante o instalador, así como la fecha de su fabricación.

Se realizarán sobre el conjunto las pruebas necesarias de funcionamiento, de rigidez y aislamiento según Normas UNE.

La composición de los cuadros secundarios se llevará a cabo mediante envolventes metálicas de SCHNEIDER ELECTRIC y ABB.

Los diferentes cuadros secundarios se dispondrán cerca de los puntos de consumo a los que abastecen. Su ubicación exacta puede verse en los planos.

Todos los cuadros estarán normalizados y contendrán en su interior interruptores automáticos de disparo electromagnético por cortocircuito y retardo térmico por sobrecarga, así como protecciones diferenciales.

Se distribuirán según los esquemas unifilares indicados en planos.

Las dimensiones de los cuadros serán tales que exista una reserva de espacio suficiente para futuras ampliaciones o reformas.

Los circuitos de los cuadros estarán señalizados con etiquetas en el frente de los paneles para identificarlos. Las etiquetas serán de plástico duro tipo “resopal” en galleta o similar, fijadas con remaches o tornillos. Todos los aparatos llevarán una placa de identidad con el nombre del fabricante o instalador, así como la fecha de su fabricación.

Los cuadros secundarios instalados son:

CS-Auxiliar 1:

CS-Auxiliar 2:

CS-Cargadores traspaleas:

CS-Mantenimiento:

CS-Oficina 1:

CS-Oficina 2:

CS-Muelles:

CS-Frio:

CS-Motocompresores:

Todos los cuadros instalados estarán previstos para la corriente de cortocircuito necesaria adecuada a ese punto de la instalación.

La tensión de alimentación será para todos de 400 V entre fases y de 230 V entre fase y neutro.

A él llega desde el CT la línea mencionada anteriormente en el punto 1.7.1 y queda protegida por el Interruptor automático de cabecera.

En la cabecera no será necesario colocar un interruptor diferencial ya que todas las líneas aguas abajo disponen de uno propio.

Para hallar las dimensiones del cuadro se ha tenido en cuenta los módulos que ocupa cada interruptor y se ha dejado espacio para futuras ampliaciones.

En el siguiente cuadro se detallan las líneas dependientes así como sus secciones:

- C.G.D.

Cuadros G. DISTRIBUC	P(W)	I(A)	K	I'(A)	Fc	Ic	CdT (v)	Longitud(m)	COS(Y)	C	V(v)	Sección Final	% AV total
Cabecera													
C.S. Baterías	40896	73,7853644	1	73,7853644	1,12	65,8797896	9,613526786	84,25	0,8	56	400	16	3,00792039
C.S Mantenimiento	12017,6	21,6823894	1	21,6823894	1,12	19,3592762	2,172858531	64,801	0,8	56	400	16	1,14775332
C.S. Oficina 2	10580	19,0886433	1	19,0886433	1,12	17,0434315	0,364277902	12,34	0,8	56	400	16	0,69560817
C.S Oficinas 1	12092	21,8166233	1	21,8166233	1,12	19,4791279	0,518228571	24	0,8	56	400	25	0,73409583
C.S Motocompresores	55760,6	100,604367	1	100,604367	1,12	89,8253276	2,782340143	78,24	0,8	56	400	70	1,30012373
C.Auxiliar 1	60636	109,400659	1	109,400659	1,12	97,6791599	0,078953125	7	0,8	56	400	240	0,62427697
C.S. muelles	18000	32,4759526	1	32,4759526	1,12	28,9963863	0,343928571	10,7	0,8	56	400	25	0,08598214
C.Auxiliar 2	13552	24,4507839	1	24,4507839	1,12	21,8310571	1,46168	84,56	0,8	56	400	35	0,96995869
C.S Frio	60000	108,253175	1	108,253175	1,12	96,654621	3,070790816	80,25	0,8	56	400	70	1,37223639

CALCULO LINEAS DEL C.S. CARGADORES BATERIAS

C.S. Cargadores Baterías	P	I	k	I'	Fc	Ic	CdT	Longitud	COS(Y)	C	V	Sección esco	% AV total
Cabecera													
Cetack 1	5000	8,01875374	1	8,01875374	1,12	7,15960155	0,317460317	4	0,8	56	400	2,5	3,08728547
Cetack 2	5000	8,01875374	1	8,01875374	1,12	7,15960155	0,793650794	10	0,8	56	400	2,5	3,20633309
Cetack 3	5000	8,01875374	1	8,01875374	1,12	7,15960155	0,158730159	2	0,8	56	400	2,5	3,04760293
Cetack 4	5000	8,01875374	1	8,01875374	1,12	7,15960155	0,634920635	8	0,8	56	400	2,5	3,16665055
Cetack 5	5000	8,01875374	1	8,01875374	1,12	7,15960155	0,634920635	8	0,8	56	400	2,5	3,16665055
Cetack 6	5000	8,01875374	1	8,01875374	1,12	7,15960155	0,793650794	10	0,8	56	400	2,5	3,20633309
Cetack 7	5000	8,01875374	1	8,01875374	1,12	7,15960155	0,317460317	4	0,8	56	400	2,5	3,08728547
Alumbrado Sala cargado	864	2,40980982	1,8	4,33765767	1,12	3,87290864	0,385043478	14,35	0,9	56	230	2,5	1,06621956
emergencia	32	0,05132002	1,8	0,09237604	1,12	0,08247861	0,008571429	15	0,9	56	400	2,5	3,01006324
Cetack 8	5000	8,01875374	1	8,01875374	1,12	7,15960155	0,158730159	2	0,8	56	400	2,5	3,04760293

CALCULO LINEAS DEL C.AUXILIAR 1

C.S. Auxiliar 1	Potencia	Intensidad	K	I'	Fc	Ic	CdT	Longitud	COS(Y)	C	V	Seccion esco	% AV total
Cabecera													
Mosquiteros	2000	9,66183575	1	9,66183575	1,49	6,48445352	5,422072093	56,7	0,8	56	230	2,5	1,979795
T.C. Muelles A	5000	24,1545894	1	24,1545894	1,49	16,2111338	13,22048442	55,3	0,8	56	230	2,5	3,92939808
Alumbrado 1	2700	13,0434783	1,8	23,4782609	1,12	20,9627329	9,283362005	63,92	0,9	56	230	2,5	2,94511747
Alumbrado 2	3150	15,2173913	1,8	27,3913043	1,12	24,4565217	9,348499488	55,173	0,9	56	230	2,5	2,96140184
Alumbrado 3	2700	13,0434783	1,8	23,4782609	1,12	20,9627329	8,767781043	60,37	0,9	56	230	2,5	2,81622223
Alumbrado 4	3600	17,3913043	1,8	31,3043478	1,12	27,9503106	10,79089169	89,16	0,9	56	230	4	3,32199989
Alumbrado 5	4050	19,5652174	1,8	35,2173913	1,12	31,4440994	11,11993764	81,67	0,9	56	230	4	3,40426138
Alumbrado 6	4050	19,5652174	1,8	35,2173913	1,12	31,4440994	11,60329479	85,22	0,9	56	230	4	3,52510067
Alumbrado 7	3600	17,3913043	1,8	31,3043478	1,12	27,9503106	12,9391457	106,91	0,9	56	230	4	3,8590634
Alumbrado 8	3150	15,2173913	1,8	27,3913043	1,12	24,4565217	11,28045155	106,52	0,9	56	230	4	3,44438986
Alumbrado 9	3600	17,3913043	1,8	31,3043478	1,12	27,9503106	13,3687965	110,46	0,9	56	230	4	3,9664761
T.C. Máquina Limpieza	3500	16,9082126	1	16,9082126	1,49	11,3477937	2,103563155	12,57	0,8	56	230	2,5	1,15016776
Alumbrado Antecámara	2700	13,0434783	1,8	23,4782609	1,49	15,7572221	7,665454422	52,78	0,9	56	230	2,5	2,00234575
emergencia antecámara	40	0,19323671	1,8	0,34782609	1,49	0,23344033	0,102675111	47,72	0,9	56	230	2,5	0,99562747
T.C. Cámara	10000	48,3091787	1	48,3091787	1,49	32,4222676	13,94127575	116,63	0,8	56	230	10	4,10959591
Alumbrado emergencia	1072	5,17874396	1,8	9,32173913	1,49	6,25620076	5,318863381	92,24	0,9	56	230	2,5	1,95399282
Alumbrado Exterior	4480	21,6425121	1,8	38,9565217	1	38,9565217	4,090049716	67,89	0,9	56	230	10	1,6467894
emergencia cámara devol	32	0,15458937	1,8	0,27826087	1,49	0,18675226	0,025819391	15	0,9	56	230	2,5	0,63073182
alum camar devol	972	4,69565217	1,8	8,45217391	1,49	5,67259994	1,097969599	21	0,9	56	230	2,5	0,89876937
emergencia pasillo	24	0,11594203	1,8	0,20869565	1,49	0,1400642	0,074334026	57,58	0,9	56	230	2,5	0,64286048
Alumbrado Pasillos	216	1,04347826	1,8	1,87826087	1,49	1,26057776	0,646349723	55,63	0,9	56	230	2,5	0,7858644

CALCULO LINEAS DEL C.AUXILIAR 2

C.S. Auxiliar 2	Potencia	Intensidad	K	I'	Fc	Ic	CdT	Longitud	COS(Y)	C	V	Seccion esco	% AV total
Cabecera													
Alumbrado Sobrecámara													
Alumbrado 1	972	4,69565217	1,8	8,45217391	0,8	10,5652174	5,549452058	106,14	0,9	56	230	2,5	2,35732171
Alumbrado 2	972	4,69565217	1,8	8,45217391	0,8	10,5652174	4,741503286	90,687	0,9	56	230	2,5	2,15533451
Alumbrado 3	648	3,13043478	1,8	5,63478261	0,8	7,04347826	3,430823863	98,428	0,9	56	230	2,5	1,82766466
Alumbrado 4	648	3,13043478	1,8	5,63478261	0,8	7,04347826	2,604105039	74,71	0,9	56	230	2,5	1,62098495
Alumbrado 5	972	4,69565217	1,8	8,45217391	0,8	10,5652174	4,306132198	82,36	0,9	56	230	2,5	2,04649174
Alumbrado 6	972	4,69565217	1,8	8,45217391	0,8	10,5652174	3,895177863	74,5	0,9	56	230	2,5	1,94375316
Alumbrado 7	648	3,13043478	1,8	5,63478261	0,8	7,04347826	1,80415576	51,76	0,9	56	230	2,5	1,42099763
Alumbrado 8	972	4,69565217	1,8	8,45217391	0,8	10,5652174	3,111959549	59,52	0,9	56	230	2,5	1,74794858
Alumbrado 9	648	3,13043478	1,8	5,63478261	0,8	7,04347826	1,592927323	45,7	0,9	56	230	2,5	1,36819052
Alumbrado emergencia	1100	5,31400966	1,8	9,56521739	0,8	11,9565217	6,27491885	106,05	0,9	56	230	2,5	2,5386884
T.C. Sobrecámara 16A	5000	24,1545894	1	24,1545894	0,8	30,1932367	11,51114512	115,56	0,8	56	230	6	3,84774497

CALCULO LINEAS DEL C.S. FRIO

C.S FRIO	Potencia	Intensidad	k	I'	Fc	Ic	Cdt	Longitud	COS(Y)	C	V	Seccion esco	% AV
Cabecera													
FRIO 1	15000	24,0562612	1,25	30,0703265	0,8	37,5879082	0,441468254	4,45	0,8	56	400	6	1,48260346
FRIO 2	15000	24,0562612	1,25	30,0703265	0,8	37,5879082	0,650793651	6,56	0,8	56	400	6	1,53493481
FRIO 3	15000	24,0562612	1,25	30,0703265	0,8	37,5879082	0,650793651	6,56	0,8	56	400	6	1,53493481
FRIO 4	15000	24,0562612	1,25	30,0703265	0,8	37,5879082	0,948412698	9,56	0,8	56	400	6	1,60933957

CALCULO LINEAS DEL C.S. MANTENIMIENTO

C.S. Mantenimiento	Potencia	Intensidad	K	I'	Fc	Ic	CdT	Longitud	COS(Y)	C	V	Seccion esco	% AV total
Cabecera													
Climatización	2000	9,66183575	1,25	12,0772947	0,8	15,0966184	1,235505669	12,92	0,8	56	230	2,5	1,45662974
T.C. Banco de trabajo	3680	17,77777778	1	17,77777778	0,8	22,22222222	0,703817471	4	0,8	56	230	2,5	1,32370769
Alumbrado Manteni	324	1,56521739	1,8	2,8173913	0,8	3,52173913	0,174280889	10	0,9	56	230	2,5	1,19132355
T.C. CARGADORES	5000	24,1545894	1	24,1545894	0,8	30,1932367	3,436608745	23	0,8	56	230	4	2,00690551
Alumbrado emergencia	13,6	0,06570048	1,8	0,11826087	0,8	0,14782609	0,008047044	11	0,9	56	230	2,5	1,14976508
Enchufe mesa	1000	4,83091787	1	4,83091787	0,8	6,03864734	0,095627374	2	0,8	56	230	2,5	1,17166017

CALCULO LINEAS DEL C.S. OFICINAS 1

C.S oficinas 1	Potencia	Intensidad	k	I'	Fc	Ic	Cdt	Longitud	COS(Y)	C	V	Seccion esco	% AV
Cabecera													
T.C 16 A	7000	33,8164251	1	33,8164251	0,8	42,2705314	2,560422933	18,36	0,8	56	230	6	1,37420157
Alumbrado recepción	432	2,08695652	1,8	3,75652174	0,8	4,69565217	0,311846604	13,42	0,9	56	230	2,5	0,81205748
Alumbrado vest y baños	1620	7,82608696	1,8	14,0869565	0,8	17,6086957	2,225566949	25,54	0,9	56	230	2,5	1,29048757
T.C. Vestuarios	2944	14,22222222	1	14,22222222	0,8	17,77777778	3,500788101	24,87	0,8	56	230	2,5	1,60929286
emergencia recepción	32	0,15458937	1,8	0,27826087	0,8	0,34782609	0,015285079	8,88	0,9	56	230	2,5	0,69942944
Emergencia vestuarios	64	0,30917874	1,8	0,55652174	0,8	0,69565217	0,080659777	23,43	0,9	56	230	2,5	0,75426078

CALCULO LINEAS DEL C.S. OFICINAS 2

C.S. Oficina 2	Potencia	Intensidad	k	I'	Fc	Ic	Cdt	Longitud	COS(Y)	C	V	Seccion esco	% AV
Cabecera													
T.C. 16 A	7500	36,2318841	1	36,2318841	0,9	40,257649	3,503846742	23,45	0,8	56	230	6	1,57156985
Alumbrado	3000	14,4927536	1,8	26,0869565	0,9	28,9855072	1,878965831	18,63	0,9	56	230	4	1,16534962
Emergencia	80	0,38647343	1,8	0,69565217	0,9	0,77294686	0,056544466	13,14	0,9	56	230	2,5	0,70974428

CALCULO LINEAS DEL C.S. MOTOCOMPRESORES

C.S Motocompresor	Potencia	Intensidad	k	I'	Fc	Ic	Cdt	Longitud	COS(Y)	C	V	Seccion esco	% AV
Cabecera													
Motocompresor 1	12500	20,0468843	1,25	25,0586054	0,8	31,3232568	1,937624008	12,5	0,8	56	400	4	1,78452973
Motocompresor 2	12500	20,0468843	1,25	25,0586054	0,8	31,3232568	0,930059524	7,5	0,8	56	400	4	1,53263861
Motocompresor 3	12500	20,0468843	1,25	25,0586054	0,8	31,3232568	1,178075397	9,5	0,8	56	400	4	1,59464258
Motocompresor 4	12500	20,0468843	1,25	25,0586054	0,8	31,3232568	1,178075397	9,5	0,8	56	400	4	1,59464258
Emergencia	4,6	0,02222222	1,8	0,04	0,8	0,05	0,003711537	15	0,9	56	230	2,5	1,30105161
Alumbrado Sala compres	756	3,65217391	1,8	6,57391304	0,8	8,2173913	0,827543753	20,35	0,9	56	230	2,5	1,50700966
T.C 16	5000	24,1545894	1	24,1545894	0,8	30,1932367	3,107889648	13	0,8	56	230	2,5	2,07709614

CALCULO LINEAS DEL C.S. MUELLES

C.S. Muelles	Potencia	Intensidad	K	I'	Fc	Ic	CdT	Longitud	COS(Y)	C	V	Sección esco	% AV total
Cabecera													
MUELLE1	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	0,306201839	7,92	0,9	56	400	4	0,1625326
MUELLE 2	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	0,538172929	13,92	0,9	56	400	4	0,22052538
MUELLE 3	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	0,886129565	22,92	0,9	56	400	4	0,30751453
MUELLE 4	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	0,909326674	23,52	0,9	56	400	4	0,31331381
MUELLE 5	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	1,257283309	32,52	0,9	56	400	4	0,40030297
MUELLE 6	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	1,282800129	33,18	0,9	56	400	4	0,40668218
MUELLE 7	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	1,630756765	42,18	0,9	56	400	4	0,49367133
MUELLE 8	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	1,658593296	42,9	0,9	56	400	4	0,50063047
MUELLE 9	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	2,006549931	51,9	0,9	56	400	4	0,58761963

1.8 ALUMBRADO

1.8.1 INTRODUCCIÓN

El objeto de todo alumbrado artificial, es complementar la luz natural o en su defecto reemplazarla, para que se pueda continuar con la actividad a realizar, durante las horas donde la luz diurna es insuficiente o inexistente.

Una buena iluminación hace que la realización de las tareas visuales se hagan con una máxima de velocidad, exactitud, facilidad y comodidad y con un mínimo de esfuerzo y de fatiga.

Se trata de dotar de la iluminación adecuada a espacios cubiertos donde se desarrollen actividades laborales, docentes, deportivas y recreativas.

En el caso del alumbrado industrial, la iluminación es un factor de productividad y rendimiento, además de aumentar la seguridad laboral. Por ello se busca siempre el mayor número de lúmenes por vatio y el máximo rendimiento de color podremos encontrar fuentes de luz apropiadas para cualquier situación que se nos plantee.

Las cualidades principales del alumbrado que deben considerarse al proyectar una instalación son:

- La intensidad de iluminación: suministrar una cantidad de luz suficiente para crear unas buenas condiciones de visibilidad.
- La distribución espacial de la luz, que comprende la combinación de la luz difusa y luz dirigida, el ángulo de incidencia, la distribución de las luminarias, la medida de la homogeneidad y el grado de deslumbramiento.
- Utilización de fuentes luminosas que aseguren, para cada caso una satisfactoria distribución de los colores.
- Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada caso particular: una buena elección de la fuente de luz y de su armadura

1.8.2 ALUMBRADO INTERIOR

El proceso de cálculo de una instalación de interior lleva consigo unos pasos, que son los siguientes:

1. Obtención de información previa de los factores de partida.
2. Fijar el nivel de iluminación.
3. Determinación del sistema de iluminación y del tipo de luminaria.
4. Determinación del factor de mantenimiento.
5. Calcular el índice local.
6. Calcular el flujo a instalar.
7. Cálculo del número de luminarias
8. Distribución de las luminarias.

Para el cálculo del alumbrado interior utilizaremos el programa Dialux 4.6. Introduciendo en el programa las dimensiones de cada dependencia, el nivel de iluminancia (en luxes) y el tipo de luminarias y lámparas adecuada para cada una, éste nos dará el número de luminarias y lámparas que se deben poner, así como su distribución y su consumo.

La tabla resumen del alumbrado interior de la nave industrial del proyecto es la siguiente:

- **Planta baja:**

	Lux	Lumin total
Cámara	500	204
Antecámara	500	16
Cuarto de mantenimiento	1000	3
Cargadores baterías	500	6
Cámara devolución	500	6
	500	3
Cuarto maquina de limpieza	500	3
Vestuario f	200	7
	200	2
Vestuario m	200	9
Aseos f	200	1
	200	1
Aseos m	200	1
Pasillo 1	200	3
Pasillo 2	200	3
Recepción	400	2
	400	3
Pasillo 3	200	1

Tabla 11

-Primera planta

	Lux	Lumin total
Cuarto compresores y frío	200	6
oficina 1	500	3
oficina 2	500	6
oficina 3	500	6
oficina 4	500	6
sala de reuniones	500	6
aseos 1	200	1
aseos 2	200	1
pasillo 4	200	6
Sobrecamara	100	69

Tabla 12

1.8.3 ALUMBRADO EXTERIOR

Para el cálculo del alumbrado exterior hemos vuelto a utilizar el programa Dialux 4.6, obteniendo los siguientes resultados:

Iluminación exterior	Selenium SGP340 FG 1xSON- TPP70W CON TPP1	12
----------------------	--	----

Tabla 13

1.8.4 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Las instalaciones de alumbrado de emergencia como nos indica el reglamento electrotécnico de baja tensión en su instrucción ITC-BT-28, tienen por objeto asegurar, aún faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y el acceso hasta las salidas, para una eventual evacuación de público. Se distinguen tres tipos de alumbrado especial: de seguridad, de señalización o evacuación y de reemplazamiento.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especiales, estos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

Alumbrado de seguridad

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tiene que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produzca un fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

Alumbrado de evacuación

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Alumbrado ambiente o anti-pánico

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 2 m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio será menor de 40.

El alumbrado ambiente deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezca con público.

El alumbrado de seguridad deberá ir situado en las siguientes zonas, según indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión:

- a) Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- b) Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para evacuación de más de 100 personas.
- c) Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos, las escaleras de incendios y cerca de cada puesto de primeros auxilios.
- d) Los aparcamientos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- f) Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- g) Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.
- h) En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- i) En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- j) En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación y sus intersecciones.

En las zonas donde se sitúen los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado se proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.

Alumbrado de reemplazamiento

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales. Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

Para calcular el alumbrado de emergencia hemos tenido en cuenta las dimensiones del local a iluminar y hemos escogido la luminaria autónoma de emergencia adecuada para conseguir una iluminancia de, al menos, 5 luxes, o lo que es lo mismo, 5 lúmenes/m².

Hemos utilizado luminarias de la marca NOVA.

A continuación, expongo la tabla resumen el alumbrado de emergencia:

- Primera planta:

Cuarto compresores y frío	462,696439	3 Nova N3 8w y 150 lumenes
oficina 1	60,4021067	1 Nova N1 8w y 70 lumenes
oficina 2	96,02032	1 Nova N2 8 w y 95 lumenes
oficina 3	98,5654041	1 Nova N2 8w y 95 lumenes
oficina 4	85,5850125	1 Nova N2 8w y 95 lumenes
sala de reuniones	144,666	2 Nova N1 8w y 70 lumenes
aseos 1	11,97	1 Nova N1 8w y 70 lumenes
aseos 2	11,97	1 Nova N1 8w y 70 lumenes
pasillo 4	57,642	2 Nova N1 8w y 70 lumenes
Sobrecamara	17798,45	7 lamparas de focos orientables 3 x50 w NOVA 2800 LUMENES

Tabla 14

- Planta baja

Camara	17301,4584	7 lamparas de focos orientables 3 x50 w NOVA 2800 LUMENES
Antecamara	856,593797	6 Nova N3 8w y 150 lumenes
Cuarto de mantenimiento	160,125	1 Nova N2 8w y 95 lumenes + 1Nova N1 8 w y 70 lumenes
Cargadores baterias	405,345	3 Nova N3 8w y 150 lumenes
Camara devolucion	173,0332	3 Nova N2 8w y 95 lumenes
	87,3877456	
Cuarto maquina de limpieza	49,59528	1 Nova N1 8 w y 70 lumenes
Vestuario f	187,798455	3 N1 de 8w y 70 lumenes
	29,6519922	
Vestuario m	209,346241	3 N1 de 8w y 70 lumenes
Aseos f	18,24288	1 N1 de 8w y 70 lumenes
	20,4192	
Aseos m	18,912	1 N1 de 8w y 70 lumenes
Pasillo 1	67,2525	1 N1 de 8w y 70 lumenes
Pasillo 2	143,88973	3 N1 de 8w y 70 lumenes
Recepcion	48,4104521	2 N1 de 8w y 70 lumenes
	68,8293255	
Pasillo 3	38,705039	1 N1 de 8w y 70 lumenes

Tabla 15

1.9 CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

1.9.1 INTRODUCCIÓN

El cálculo de las secciones de los conductores tiene por objeto determinar las dimensiones de los cables que transportan la corriente, teniendo en cuenta factores como los esfuerzos térmicos y las caídas de tensión.

Se llaman líneas interiores a las instalaciones llevadas a cabo en el interior de los edificios. Comprenden en nuestro caso desde el punto de conexión con el transformador hasta los aparatos receptores.

Vamos a realizar la conducción eléctrica del centro de transformación a los distintos receptores de la instalación, que como es de baja tensión, han de emplearse tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Emplearemos por lo tanto corriente alterna trifásica 400 / 230 V.

Los conductores de corriente eléctrica deben calcularse de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.9.2 FACTORES PARA EL CÁLCULO DE CABLES

Para el cálculo de las líneas de distribución, se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- Calentamiento de los conductores. (Intensidad máxima admisible).
- Caída de tensión y pérdidas de potencia en los conductores.

Calentamiento de los conductores

Si por un conductor cuya resistencia es “R” ohmios, circula una intensidad de “I” amperios, se eleva su temperatura hasta que el calor transmitido por la corriente al conductor, se iguala al calor cedido por el conductor al ambiente en igual tiempo; según la ley de Joule, la cantidad de calorías recibidas en un segundo son:

$$Q = 0,24 \times I^2 \times R \quad \text{Calorías}$$

Partiendo de esta fórmula y teniendo en cuenta que las calorías cedidas dependen de la temperatura del conductor respecto del ambiente que la rodea, a su superficie, al material que forma su aislante, etc. Se demuestra que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad (considerando despreciables las variaciones de la resistencia con la temperatura).

$$\Delta T = \left(\frac{I}{I_n} \right)^2 \times \Delta T_n$$

Siendo:

ΔT = incremento admisible de la temperatura.

ΔT_n = incremento de la temperatura en condiciones normales.

I_n = intensidad nominal en condiciones normales.

I = intensidad admisible.

El calor que adquiere un conductor, lo va cediendo a través del medio que le rodea (aislamiento, tubo, pared, aire, etc.), produciéndose un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.

El calor que es cedido al exterior es:

$$Q = M \times C \times \Delta T$$

Si la intensidad I crece, el calor producido por el paso de la corriente crece también. Al cabo de un periodo transitorio, el calor cedido al exterior será igual al producido por el paso de intensidad, por lo tanto este calor cedido al exterior aumenta también, produciéndose por consiguiente un aumento del incremento de la temperatura, pero como la temperatura del exterior es prácticamente constante, el aumento del incremento de la temperatura es debido al aumento de la temperatura del conductor.

Si la intensidad es elevada, la temperatura del conductor es elevada, con el peligro de deterioro de los aislantes por no estar diseñados para soportar esas temperaturas (con el riesgo de provocar cortocircuitos).

Por lo tanto, para cada sección de los conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes reseñados.

Las intensidades de las corrientes eléctricas admisibles en los conductores, (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, ITC-BT 19), se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en los mismos.

Los cálculos y condiciones a las que deben ajustarse los proyectos y la ejecución de estas redes están fijados en las instrucciones complementarias correspondientes a este reglamento.

En estas tablas se dan las intensidades máximas admisibles según unas determinadas condiciones (condiciones normales), para cada sección de cable.

Complementando a estas tablas existen otras, que nos dan unos factores de corrección de esa intensidad admisible, según nuestra instalación varíe de las condiciones normales; como disposición de los cables, resistividad térmica del suelo (para cables subterráneos), clase de recubrimiento, temperatura ambiente, etc.

Caída de tensión y pérdidas de potencia en los conductores

Una vez elegida la sección de acuerdo con la intensidad nominal que ha de circular por esa sección, siendo esta menor que la intensidad máxima admisible de dicho conductor para dicha sección, deberemos comprobar que cumple las condiciones relativas a la caída de tensión.

De esta manera procederemos a calcular la caída de tensión que se produce en cada tramo de la instalación eléctrica. Esta caída de tensión es dependiente de la sección elegida.

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 4,5% de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado y del 6,5% para la fuerza como se apunta en la ITC-BT 19.

1.9.3 PRESCRIPCIONES GENERALES

1.9.3.1 Conductores activos.

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna.

La sección de los conductores será tal que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 6,5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para una temperatura ambiente del aire de 40° C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable, están señaladas la tabla 19.2 de la instrucción ITC BT 19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.9.3.2 Conductor neutro.

En la instrucción ITC-BT 07, se establecen las secciones mínimas del conductor neutro en función de la sección de los conductores de fase, para Redes Subterráneas en Baja Tensión.

Los cables podrán ser de uno o más conductores y de tensión no inferior a 0,6/1 kV. La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 6 mm² para conductores de cobre y a 16 mm² para los de aluminio.

En lo que afecta al presente proyecto, en las líneas a dos (fase y neutro) o tres conductores, el conductor neutro tendrá una sección igual a la del conductor de fase. En las distribuciones a 4 hilos (tres fases y neutro), se establece con la tabla 7.1 de la ITC-BT 07 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

Conductores Fase (mm²)	Sección Neutro (mm²)
6 (Cu)	6
10 (Cu)	10
16 (Cu)	10
16 (Al)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Tabla 16

En lo referente a la ITC-BT-19 indica que en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

1.9.3.3 Conductores de protección

A partir de la sección de los conductores de fase se coloca los cables de protección. Si los conductores de protección están constituidos del mismo metal que los conductores de fase, tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación.

Secciones de los conductores de fase (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S / 2$
<p>- Con un mínimo de 2.5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.</p> <p>- Con un mínimo de 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.</p>	

Tabla 17

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35 mm², se puede admitir para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16 mm².

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, por piezas de conexión de apriete por rosca o por medio de uniones soldadas sin el empleo de ácido.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases.

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a 1000 x U ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250000 ohmios.

La rigidez dieléctrica de una instalación, será tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1500 V.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

Las conexiones en ningún caso se realizarán por medio de simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá de realizarse siempre utilizando bornes de conexión o regletas de conexión. Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres.

1.9.4 SISTEMAS DE CANALIZACIÓN

1.9.4.1 Canalizaciones.

Para poder llevar la corriente eléctrica por los cables es necesario el uso de canalizaciones a lo largo de la nave, por ello se debe encontrar la solución más idónea para garantizar el suministro y la seguridad de la instalación

En el mercado hay muchos sistemas de instalación de los conductores para una canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados colocados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, conductores aislados sobre bandejas (de escalera, perforadas, soportes), etc.

La solución más empleada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos.

Se dan casos en que las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techo, se realizará de acuerdo con prescripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados, etc. Todo esto teniendo en cuenta la ITC-BT 20.

1.9.4.2 Prescripciones generales.

Los diferentes circuitos que deseemos colocar en la instalación eléctrica dentro de las canalizaciones deberán tener los siguientes requisitos:

- Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo compartimiento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.
- No deben instalarse circuitos de potencia y circuitos de muy baja tensión de seguridad en las mismas canalizaciones, a menos que cada cable esté aislado para la tensión más alta presente o se aplique una de las disposiciones siguientes:
 - a) Que cada conductor de un cable de varios conductores esté aislado para la tensión más alta presente en el cable.
 - b) Que los conductores estén aislados para su tensión e instalados en un compartimiento separado de un conducto o de un canal, si la separación garantiza el nivel de aislamiento requerido para la tensión más elevada.
- En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de por lo menos 3 cm. Si están próximos de un conducto de la calefacción, de aire caliente, etc. las canalizaciones se establecerán de forma de que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa, colocando en caso extremo una pantalla calorífica.
- Las canalizaciones no se colocarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, en ese caso se tomaría disposiciones para proteger las instalaciones.
- Las canalizaciones estarán convenientemente protegidas contra elevación de temperatura, condensación, inundación, corrosión, explosión o por la intervención por mantenimiento o avería en una de las canalizaciones puedan realizarse sin dañar al resto.
- Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. No deben ser limitadas por el montaje de equipos en las envolventes.
- Se deben señalar convenientemente los circuitos y elementos para su reparación o sustitución.
- Si la instalación puede causar un problema al ser identificada, deberá de establecerse un plano de la instalación que identifique mediante etiquetas o aviso indeleble.

1.9.4.3 Tubos protectores.

Hay muchas clases de tubos, dependiendo de las necesidades que tengamos. Algunas de estas son: Tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvables, tubos aislantes flexibles normales, tubo PVC rígido, etc.

Los tubos deberían soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60° C para los tubos aislantes constituidos por PVC.
- 70° C para los tubos metálicos aislantes.

Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que deben pasar por cada uno están largamente especificados en las tablas de la instrucción ITC BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Los tubos usados en la instalación son de los siguientes:

- *De acero roscado galvanizado*, resistente a golpes, rozaduras, humedad y todos los agentes atmosféricos no corrosivos, provistos de rosca Pg según DIN 40430. Serán adecuados para su doblado en frío por medio de una herramienta dobladora de tubos. Ambos extremos de tubo serán roscados, y cada tramo de conducto irá provisto de su manguito. El interior de los conductos será liso, uniforme y exento de rebarbas. Se utilizarán, como mínimo, en las instalaciones con riesgo de incendio o explosión, como aparcamientos, salas de máquinas, etc. y en instalaciones en montaje superficial con riesgo de graves daños mecánicos por impacto con objetos o utensilios.

- *De policloruro de vinilo rígido* que soporte, como mínimo, una temperatura de 60° C sin deformarse, del tipo no propagador de la llama, con grado de protección 3 0 5 contra daños mecánicos. Este tipo de tubo se utilizará en instalaciones vistas u ocultas, sin riesgo de graves daños mecánicos debidos a impactos.

- *De policloruro de vinilo flexible*, estanco, estable hasta la temperatura de 60 °C, no propagador de las llamas y con grado de protección 3 0 5 contra daños mecánicos. A utilizar en conducciones empotradas o en falsos techos.

Para la colocación de las canalizaciones bajo tubos protectores tendremos que tener en cuenta las consideraciones que se apuntan en el Pliego de condiciones del presente proyecto.

1.9.5 RECEPTORES

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase del local, emplazamiento, utilización, etc.), teniendo en cuenta los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación, necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos. Soportarán la influencia de los agentes externos a que estén sometidos en servicio, por ejemplo, polvo, humedad, gases y vapores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.

1.9.5.1 RECEPTORES PARA ALUMBRADO

Según la ITC-BT 44, las lámparas de descarga deberán cumplir una serie de condiciones:

- Serán accionadas por interruptores, previstos para cargas inductivas o, en defecto de esta característica, tendrá una capacidad de corte no inferior a dos veces la intensidad del receptor o grupo de receptores.
- Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de la lámpara. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- En el caso de lámparas fluorescentes, será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,90.

1.9.5.2 RECEPTORES A MOTOR

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. De la misma manera los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Según indica el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su Instrucción 47, las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores,

con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

- Un solo motor

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

- Varios motores

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma de 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

- Carga combinada

Los conductores de conexión que alimenten a motores y a otros receptores deberán estar provistos para la intensidad total requerida por los otros receptores más la requerida por los motores calculada como en los apartados anteriores.

Arranque de motores

Se debe tener en cuenta las intensidades absorbidas de arranque, ya que deben ser limitadas, para que no produzcan ningún efecto perjudicial para la instalación u ocasionen perturbaciones que dificulten el funcionamiento de otros receptores de la instalación.

Los motores de más de 0,75 Kw deben estar provistos de reostatos o dispositivos de arranque similares para que no permitan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal corresponda a su plena carga.

Dichos reostatos o dispositivos de arranque deben estar colocados separados de los muros al menos cinco centímetros. Se deberán montar de manera que puedan quemar las partes combustibles del edificio ni otros objetos combustibles. Si esto no fuese posible se colocaría un revestimiento ignífugo.

1.9.6 CÁLCULO DE SECCIONES

Para calcular las secciones de los cables de nuestra instalación, utilizaremos el siguiente proceso:

1. Se diferencian los cálculos de fuerza y alumbrado.
2. Se determinan las intensidades que circulan por cada tramo.
3. Se calcula la sección según la intensidad admisible.
4. Se calculan las caídas de tensión en los distintos tramos teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables de longitud e intensidad que pueden darse.
5. Si la caída de tensión en ese tramo es mayor que la fijada, procederemos a tomar un conductor de sección superior, y volveremos a repetir el cálculo de la caída de tensión, hasta que esté dentro de los márgenes que nos fijan.

La caída de tensión por línea depende de donde se encuentre ésta y de la función a la que ha sido encomendada. Así, para la acometida, que es la línea que une el transformador con el cuadro general de distribución, nos es permitida una caída de tensión tal que para la fuerza y el alumbrado nos permiten un 6,5 % y un 4,5 % de la tensión nominal respectivamente (ITC-BT 19). Los cálculos se basan en las siguientes fórmulas:

Monofásica:

$$e = \frac{2 \times L \times I \times \cos\varphi}{S \times \gamma}$$

Trifásica:

$$e = \frac{\sqrt{3} \times L \times I \times \cos\varphi}{S \times \gamma}$$

De donde:

I = intensidad nominal en amperios

L = longitud de la línea en metros

$\cos\varphi$ = factor de potencia

S = sección del cable en mm²

γ = conductividad del material del conductor (cobre:56, aluminio:35)

1.9.7 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL CABLE

Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable:

1. El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.
2. La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.

3. El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

1.9.8. NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL TUBO

Para la elección del tubo protector de los conductores de distribución nos hemos atendido a lo dispuesto en la ITC BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Los tubos deberán soportar como mínimo sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60° C para los tubos aislantes constituidos por PVC o polietileno.
- 70° C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

Los diámetros de los tubos se eligen de acuerdo a las tablas que aparecen en la ITC BT 21 del citado reglamento. En estas tablas viene expresado el diámetro exterior mínimo en función del número, clase y sección de los conductores que ha de alojar, según el sistema de instalación y la clase de los tubos.

Para tubos en canalizaciones fijas en superficie, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínima, igual a 2,5 veces la sección total ocupada por los conductores.

Para tubos en canalizaciones empotradas, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínima, igual a 3 veces la sección total ocupada por los conductores.

Para canalizaciones aéreas o con tubos al aire, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínima, igual a 4 veces la sección total ocupada por los conductores.

Para tubos en canalizaciones enterradas, para más de 10 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínima, igual a 4 veces la sección total ocupada por los conductores.

El trazado de las canalizaciones se hará preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 25 metros.

Las conexiones entre los conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

1.9.9 SOLUCIONES ADOPTADAS

1. Distribución de líneas de fuerza y alumbrado

En el documento n°3: "Planos", se reflejan las distribuciones de las líneas de fuerza y alumbrado.

2. Conductores

Los cables utilizados en el proyecto, son los siguientes:

Para la parte interior de la nave industrial, es decir, a partir del Cuadro General de Distribución, emplearemos el cable **RZ 1 TOXFREE 0'6/1 kV**, que es un cable de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y con una cubierta de PVC flexible.

Para la distribución subterránea en baja tensión que va desde el centro de transformación hasta los cuadros generales de distribución, utilizaremos el cable **RZ 1 TOXFREE 0'6/1 kV** con un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y una cubierta de policloruro de vinilo (PVC).

Todos ellos tendrán sección suficiente para las caídas de tensión, conforme al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y contada desde el origen de la instalación no excedan del 4,5 % para el alumbrado y del 6,5 % para la fuerza, siendo las intensidades admisibles por los conductores, en todos los casos, siempre superiores a las máximas previsibles para este circuito de la instalación.

Las secciones adoptadas, se justifican en el documento n°2: "Cálculos" del presente proyecto, tanto por lo que se refiere a intensidades máximas admisibles como a caídas de tensión.

3. Canalizaciones

La canalización por donde se llevarán los conductores la dividiremos en las siguientes partes:

- Exterior de la nave:

Para la línea de enlace del centro de transformación con los cuadros generales de distribución, hemos elegido poner 1 tubo, uno la línea, será de 180mm de la marca *Aiscan*.

- Interior de la nave:

a) Canalización de CGD a cuadros auxiliares:

Las canalizaciones de las líneas a los cuadros auxiliares las realizaremos mediante bandeja perforada que irá colocada a 5 metros de altura y transcurrirá por donde nos indican los planos del presente proyecto en el documento nº3.

b) Derivaciones:

Desde los cuadros auxiliares las derivaciones, tanto de fuerza como de alumbrado, serán en tubo rígido de PVC grapado a la pared o al techo según sea necesario, y serán de tubo rígido de acero para el tramo desde el techo a cada máquina para aumentar su resistencia mecánica con respecto al tubo de PVC y también en bandeja perforada. Las conexiones de las derivaciones se realizarán en el interior de cajas estancas. En algún que otro caso utilizaremos primero bandeja y luego tubos.

Para los cuadros secundarios oficinas, mantenimiento, motocompresores, frío y cargadores trapaletas utilizaremos el falso techo como soporte para los tubos que lleven los conductores. Para la toma de corriente, primero las canalizaciones irán por el falso techo y cuando se vayan a introducir al local donde vayan instaladas la toma, el montaje será bajo tubo como bien se indica en los planos del proyecto. Para todo esto utilizaremos también tubos rígidos de PVC. Las conexiones de las derivaciones se realizarán en el interior de cajas estancas.

Toda la canalización del interior de la nave industrial, tanto las bandejas perforadas como los tubos, serán de la marca *Pemsa*.

1.10. PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN

1.10.1. INTRODUCCIÓN

En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT 22, ITC-BT 23 e ITC-BT 24, debemos considerar las siguientes protecciones:

a) Protección de la instalación:

- Contra sobrecargas.
- Contra cortocircuitos.

b) Protección de las personas:

- Contra contactos directos.
- Contra contactos indirectos.

1.10.2. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosa, así como para limitar las sobre intensidades.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior.

La instrucción complementaria MIE-BT 20 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión señala que todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobre intensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobre intensidades previsibles.

Las sobre intensidades que puedan aparecer en las líneas, pueden diferenciarse en dos tipos:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia. Normalmente, suponen un moderado aumento de la corriente que circula por la línea, respecto del valor previsto.
- Cortocircuitos y su aparición provoca un rápido crecimiento de la corriente hasta valores muy superiores de los que toma en condiciones normales.

Los dispositivos que se instalen para proteger un circuito se colocarán en el origen de los mismos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.

Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse. Se entiende por tiempo de escalonamiento, el intervalo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto.

Los dispositivos utilizados para la protección de los circuitos, cumplirán en general una serie de condiciones:

- Deberán ser capaces de soportar la influencia de los agentes exteriores a que están sometidos, presentando el grado de protección adecuado.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido contruidos.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito. Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

1.10.2.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

Se denomina sobrecarga, al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta intensidad superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve, sin embargo si la duración es larga se producirán daños, ya que los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del incremento de la intensidad.

La consecuencia más directa de la sobrecarga, es una elevación de la temperatura, que por otra parte es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

Las protecciones que se utilizan contra las sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, o sea, basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se ha de proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto.

La medida directa de la temperatura se realiza por medio de termómetros adecuados introducidos en los devanados de las máquinas o en el aceite de los transformadores.

La medida indirecta de la temperatura se realiza por medio de una imagen térmica o relé térmico que, de forma más o menos aproximada reproduce las condiciones de carga y calentamiento del objeto que se ha de proteger.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas vienen indicados en la instrucción ITC-BT 22 y son los siguientes:

- Cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
- Interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte.

1.10.2.2. PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS

Es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones sobre los cortocircuitos:

- *Corriente de cortocircuito:*

Es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito mientras este dure.

La corriente de cortocircuito transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el valor de la

intensidad permanente de cortocircuito, la componente de corriente continua se atenúa hasta anularse.

- *Corriente alterna de cortocircuito:*

Es la componente de la corriente de cortocircuito que fluye al punto defectuoso a través de las distintas derivaciones.

- *Impulso de la corriente de cortocircuito:*

Es el máximo valor instantáneo de la corriente después de producirse el cortocircuito. Se indica como valor de cresta. Varía según el momento en que se produzca el cortocircuito.

- *Corriente alterna inicial de cortocircuito:*

Es el valor eficaz de la intensidad de la corriente alterna de cortocircuito en el momento de producirse este.

- *Corriente permanente de cortocircuito:*

Es el valor eficaz de la corriente alterna que permanece después de finalizado el proceso de amortiguamiento. Depende de la excitación de los generadores. Si no se indica otra cosa, en los generadores se entiende por corriente permanente de cortocircuito la que se establece en caso de cortocircuito en todos los polos de los bornes y a la excitación nominal.

- *Potencia inicial de cortocircuito:*

Es igual al producto entre la intensidad de la corriente alterna inicial de cortocircuito, la tensión de servicio y el factor de concatenación.

- *Retardo mínimo de desconexión:*

Es el tiempo que transcurren entre el momento de producirse el cortocircuito y la separación de los contactos al abrir el cortocircuito en todos los polos del interruptor.

El retardo mínimo de desconexión viene dado por la suma del tiempo propio de reacción del relé y el tiempo de ruptura del interruptor. Los retardos ajustables de los dispositivos de disparo no deben considerarse, puesto que el retardo mínimo de desconexión no incluye los tiempos de retardo intencionado.

- *Tipos de cortocircuito según las clases de defecto:*

Cortocircuitos tripolares, cortocircuitos bipolares, cortocircuitos bipolares con contacto a tierra y contactos a tierra simples y dobles.

- *Impedancia de cortocircuito:*

Es la impedancia de la trayectoria total de la corriente de cortocircuito. Lo que caracteriza a los cortocircuitos en las instalaciones eléctricas, es que el valor de la intensidad que circula es muy grande. La intensidad permanente de cortocircuito suele ser superior a 10 veces la intensidad nominal de la instalación.

En los casos en que se produzcan cortocircuitos lo que interesa, es una interrupción rápida de la corriente por el punto más cercano al cortocircuito.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de conexión.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión admite, no obstante que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general, pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Para la correcta aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE-20.460 se deberá aplicar lo indicado en la Tabla 22.1, ITC-BT 22, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.10.3. PROCESO PARA EL CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

1.10.3.1. LEY GENERAL

El valor de la corriente de cortocircuito se obtiene por la relación:

$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \times Z_T}$$

Donde:

- I_{cc} = corriente de cortocircuito eficaz en KA
- U_s = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador
- Z_T = impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en mΩ

Cálculo de Z_T :

Cada constituyente de una red de baja tensión se caracteriza por una impedancia Z compuesta de:

- Un elemento resistente **R**.
- Un elemento inductivo **X** llamado reactancia.

El método consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de R y X, después se suman aritméticamente por separado. A

continuación se compone un triángulo rectángulo de forma que la suma de las R es un cateto y la suma de las X es el otro cateto, la hipotenusa es el valor de Z_T que estamos buscando y se halla mediante la siguiente fórmula:

$$Z_T = \sqrt{R^2 + X^2}$$

1.10.3.2.DETERMINACIÓN DE IMPEDANCIA “AGUAS ARRIBA DE LA RED”

La potencia de cortocircuito de la red es un dato que suministra la compañía eléctrica (500 MVA).

Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada el secundario del transformador:

$$Z = X = \frac{U_s^2}{S_{cc}}$$

Donde:

- U_s^2 = tensión en vacío del secundario en voltios.
- S_{cc} = potencia de cortocircuito en KVA.
- Z, X = impedancia o reactancia aguas arriba en mΩ.

1.10.3.3.IMPEDANCIA DEL TRANSFORMADOR

Para un cálculo aproximado, se puede despreciar la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:

$$Z = X = U_s^2 \times \frac{U_{cc}}{S \times 100}$$

Donde:

- U_s = tensión en vacío entre fases en voltios.
- U_{cc} = tensión de cortocircuito en %
- S = potencia aparente del transformador en KVA
- Z, X = impedancia o reactancia al secundario en mΩ.

La resistencia del transformador es despreciable.

La resistencia y reactancia de todo el aparellaje de alta tensión lo consideramos despreciable.

1.10.3.4. IMPEDANCIA DE LOS CONDUCTORES

La resistencia de los conductores se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$R = \rho \times \frac{L}{S}$$

Donde:

- R = resistencia del conductor (Ω).
- ρ = resistividad del conductor.
- L = longitud del conductor.
- S = sección por fase del conductor.

El cálculo de la reactancia (*para secciones menores de 120mm², $X \approx 0$*)

$$X = 0.15 \times L$$

Donde:

- X = reactancia del conductor.
- L = longitud del conductor.

1.10.3.5. INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO DE LA NAVE INDUSTRIAL

El cálculo desarrollado de estas intensidades de cortocircuito se encuentra en el documento n°2: "Cálculos" del presente proyecto:

C.S. Cargadores Baterías			C.S. Auxiliar 1			C.S. Mantenimiento		
R	94,73	mΩ	R	1,23	mΩ	R	72,32	mΩ
X	0,6		X	0,6		X	0,6	
Xt	12,64		Xt	12,64		Xt	12,64	
Zt	95,5695689		Zt	12,6997047		Zt	73,4162925	
Icc	2,41932527	KA	Icc	18,2062401	KA	Icc	3,14935371	KA
C.S. Motocompresores			C.S. Frio			C.S. Oficina 1		
R	19,95	mΩ	R	20,54	mΩ	R	17,92	mΩ
X	0,6		X	0,6		X	0,6	
Xt	12,64		Xt	12,64		Xt	12,64	
Zt	23,6171992		Zt	24,1176533		Zt	21,9293411	
Icc	9,79006319	KA	Icc	9,5869142	KA	Icc	10,5435851	KA
C.S. oficina 2			C.S. Auxiliar 2			C.S. Muelles		
R	14,48	mΩ	R	43,83	mΩ	R	8,35	mΩ
X	0,6		X	0,6		X	0,6	
Xt	12,64		Xt	12,64		Xt	12,64	
Zt	19,220822		Zt	45,6162087		Zt	15,1489967	
Icc	12,0293436		Icc	5,06867798	KA	Icc	15,2626526	KA

1.10.4. PROTECCIÓN DE PERSONAS

Siempre que existe entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor los une entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas se puede producir de dos formas posibles:

- Cuando las personas se pongan en contacto con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (contacto directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto de aislamiento, etc.
- Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica accidentalmente bajo tensión (contacto indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc., que puedan quedar bajo tensión por defecto de aislamiento por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Diversos estudios se han realizado para determinar con exactitud, los valores peligrosos en intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores superiores a 30 mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos superiores a 30 ms. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.

La tensión límite convencional según la instrucción ITC-BT 24 es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo 24 V para las instalaciones de alumbrado público.

El Reglamento Electrotécnico para Baja tensión fija unos valores de tensiones máximos de contacto que son:

- En locales o emplazamientos húmedos 24 V.
- En locales secos la tensión será inferior a 50 V.

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto, dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma. Estos efectos van desde la contracción muscular (tetanización), quemaduras, parálisis respiratoria, fibrilación cardíaca, hasta la muerte.

1.10.4.1.PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Para considerar satisfecha en las instalaciones la protección contra contactos directos se llevará a cabo alguno de los métodos indicados en la Norma UNE-20.460 que son:

- Protección por aislamiento de las partes activas recubriendo por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente a un valor no superior a 1 mA.
- Protección por medio de barreras o envolventes, situando las partes activas en el interior de las envolventes o detrás de las barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB según UNE-20.324. Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y robusta para mantener los grados de protección exigidos, siendo estos IP 4X o IP XXD. Estas barreras deberán ser suprimidas con el uso de una llave o herramienta, o bien después de quitar tensión de las partes activas protegidas por las barreras, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras.

- Protección por medio de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico sólo accesibles al personal autorizado. Estos obstáculos están encaminados a impedir contactos fortuitos con las partes activas, pero no los contactos voluntarios. Las barreras pueden ser desmontables sin la ayuda de una llave o herramienta.

- Protección por alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentren o circulen que no sea posible un contacto fortuito con las manos por la manipulación de objetos conductores cuando estos se utilicen habitualmente cerca de la instalación. Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico sólo accesibles al personal autorizado.

- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual; el empleo de dispositivos de corriente diferencial- residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida; tales dispositivos no constituyen por sí mismos una medida de protección completa.

En la instalación se adoptará principalmente que todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

1.10.4.2.PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc.

Una de las medidas de protección se consigue por medio de la aplicación de medidas como la de cortar el suministro al aparecer un fallo para impedir que una tensión de contacto sea suficiente y se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como de 24 V para instalaciones de alumbrado público.

Las medidas de protección contra contactos indirectos dependen del esquema de distribución; siendo en este caso un esquema TT las características y prescripciones serán las siguientes:

- Todas las masas de los equipos eléctricos y protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.
- El punto neutro de cada generador o transformador, o, si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \times I_A < U$$

Siendo:

- R_A = suma de las resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.
- I_A = corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.
- U = tensión de contacto límite convencional.

Los dispositivos de protección utilizados en el esquema TT son los siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como interruptores automáticos magnetotérmicos.

Teniendo en cuenta la selectividad, pueden instalarse dispositivos de corriente diferencia-residual temporizada, en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general, con un tiempo de funcionamiento como máximo igual a 1 s.

1.10.5. SOLUCIÓN ADOPTADA

Para la elección de las protecciones se deben obtener tres datos con los cuales la protección queda perfectamente definida. Estos son el calibre, el poder de corte, y la curva de disparo.

Para la elección del calibre bastará con conocer la intensidad que va a circular por el conductor, y la intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente.

De este modo el calibre será tal que se cumpla:

$$I_{cal} \leq I_N \leq I_{max.adm}$$

Siendo respectivamente:

- I_{cal} es la intensidad que circulará por el conductor
- I_N es el calibre de la protección
- $I_{max.adm}$ es la intensidad máxima admisible del conductor

Para la elección del poder de corte y de la curva de disparo será necesario calcular la intensidad de cortocircuito máxima que podrá presentarse en el punto de la instalación.

La solución adoptada consiste en colocar un interruptor general automático a la entrada del cuarto general de distribución; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico y pondremos un interruptor diferencial agrupando a varias líneas o una por cada línea, dependiendo de la corriente que vaya a pasar.

En los cuadros auxiliares se colocará un interruptor automático a la entrada del cuadro; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico y pondremos un interruptor diferencial agrupando a varias líneas o una por cada línea, dependiendo de la corriente que vaya a pasar.

Se instalarán interruptores diferenciales de diferentes sensibilidades según sea el caso:

En los cuadros generales de distribución $I_s = 500\text{mA}$.

En líneas de fuerza $I_s = 300\text{mA}$.

En líneas de alumbrado, tomas de corriente $I_s = 30\text{ mA}$.

Estos interruptores magnetotérmicos irán asociados a las puestas a tierra de las masas.

A su elección tendremos en cuenta, aparte del calibre y del poder de corte, la selectividad y las curvas de limitación de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales. De este modo a los elementos de protección situados “aguas arriba” de otros se les ajustará con cierto retraso permitiendo de este modo que salte el elemento “aguas abajo” donde se haya podido producir el fallo.

La protección diferencial se incluye en todas las derivaciones del embarrado y cuadros auxiliares que siguen a estas derivaciones, de forma que no pueda tener lugar ninguna electrocución o defecto peligroso.

La protección diferencial debe ser selectiva para lo cual se debe dotar a los diferenciales situados en cabecera de línea del retraso correspondiente en función de los diferenciales colocados en dichas líneas aguas abajo.

Hemos elegido los siguientes interruptores magnetotérmicos:

Cuadros G. DISTRIBUC	Magnetotérmico	Calibre	PdC y Curva	Protección
Cabecera	NS1600	1600 A	50 Ka B	3f + n
C.S. Baterías	NG125N	80 A	25 Ka C	3f + n
C.S Mantenimiento	C120N	80 A	25 kA C	3f + n
C.S. Oficina 2	NG125N	80 A	25kA C	3f + n
C.S Oficinas 1	NG125N	100 A	25 kA C	3f + n
C.S Motocompresores	NSX160	160 A	36 kA C	3f + n
C.Auxiliar 1	VIGICOMPACT NSX400	400 A	36 kA C	3f + n
C.S. muelles	NG125N	63 A	25 kA C	3f + n
C.Auxiliar 2	NG125N	125 A	25 kA C	3f + n
C.S Frio	NSX 160	160 A	36 kA C	3f + n

Cuadro Auxiliar 1.	Magnetotérmico	Calibre	PdC y Curva	Protección
Cabecera	NSX400	400 A	36 kA B	3f + n
Mosquiteros	C60L	6 A	25 kA C	3f + n
T.C. Muelles 32 A	C60L	25 A	25 kA C	3f + n
Alumbrado 1	C60L	25 A	25 kA C	3f + n
Alumbrado 2	C60L	25 A	25 kA C	3f + n
Alumbrado 3	C60L	25 A	25 kA C	3f + n
Alumbrado 4	C60L	32 A	25 kA C	3f + n
Alumbrado 5	C60L	32 A	25 kA C	3f + n
Alumbrado 6	C60L	32 A	25 kA C	3f + n
Alumbrado 7	C60L	32 A	25 kA C	3f + n
Alumbrado 8	C60L	25 A	25 kA C	3f + n
Alumbrado 9	C60L	32 A	25 kA C	3f + n
T.C. Máquina Limpieza	C60L	16 A	25 kA C	3f + n
Alumbrado Antecámara	C60L	16 A	25 kA C	3f + n

emergencia antecámara	C60L	1 A	25 kA C	f + n
T.C. Cámara	C60L	40 A	25 kA C	3f + n
Alumbrado emergencia	C60L	10 A	25 kA C	f + n
Alumbrado Exterior	C60L	40 A	25 kA C	3f + n
emergencia cámara devol	C60L	0'5 A	25 kA C	f + n
Al camr. devol	C60L	6 A	25 kA C	3f + n
emergencia pasillo	C60L	0'5 A	25 kA C	f + n
Alumbrado Pasillos	C60L	3 A	25 kA C	f + n

C.S.Auxiliar 2	Magnetotérmico	Calibre	PdC y Curva	Protección
Cabecera	NG125N	125 A	25 kA B	3f + n
Alumbrado 1	C60N	16 A	10 kA C	3f + n
Alumbrado 2	C60N	16 A	10 kA C	3f + n
Alumbrado 3	C60N	10 A	10 kA C	3f + n
Alumbrado 4	C60N	10 A	10 kA C	3f + n
Alumbrado 5	C60N	16 A	10 kA C	3f + n
Alumbrado 6	C60N	16 A	10 kA C	3f + n
Alumbrado 7	C60N	10 A	10 kA C	3f + n
Alumbrado 8	C60N	16 A	10 kA C	3f + n
Alumbrado 9	C60N	10 A	10 kA C	3f + n
Alumbrado emergencia	C60N	16 A	10 kA C	f + n
T.C. Sobrecamara 16A	C60N	32 A	10 kA C	3f + n

C.S oficinas 1	Magnetotérmico	Calibre	PdC y Curva	Protección
Cabecera	C120H	100 A	15 kA B	3f + n
T.C 16 A	C60H	50 A	15 kA C	3f + n
Alumbrado recepción	C60H	6 A	15 kA C	3f + n
Alumbrado vest y baños	C60H	20 A	15 kA C	3f + n
T.C. Vestuarios	C60H	20 A	15 kA C	f + n
emergencia	C60H	1 A	15 kA C	f + n

C.S. Oficina 2	Magnetotérmico	Calibre	PdC y Curva	Protección
Cabecera	C120H	80 A	15 kA B	3f + n
T.C. 16 A	C60H	40 A	15 kA C	3f + n
Alumbrado	C60H	32 A	15 kA C	3f + n
Emergencia	C60H	1A	15 kA C	f + n

C.S Mantenimiento	Magnetotérmico	Calibre	PdC y Curva	Protección
Cabecera	C120N	80 A	10 kA B	3f + n
Climatización	C60N	10 A	10 kA C	f + n
T.C. Banco de trabajo	C60N	25 A	10 kA C	3f + n
Alumbrado Manteni	C60N	4A	10 kA C	f + n
T.C. CARGADORES	C60N	32 A	10 kA C	3f + n
Alumbrado emergencia	C60N	0'5 A	10 kA C	f + n
Enchufe mesa	C60N	10 A	10 kA C	f + n

C.S. Cargadores Baterías	Magnetotérmico	Calibre	PdC y Curva	Protección
Cabecera	C120N	80 A	10 kA B	3f + n
Cetack 1	C60N	10 A	10 kA C	3f + n
Cetack 2	C60N	10 A	10 kA C	3f + n
Cetack 3	C60N	10 A	10 kA C	3f + n
Cetack 4	C60N	10 A	10 kA C	3f + n
Cetack 5	C60N	10 A	10 kA C	3f + n
Cetack 6	C60N	10 A	10 kA C	3f + n
Cetack 7	C60N	10 A	10 kA C	3f + n
Alumbrado Sala cargado	C60N	6 A	10 kA C	3f + n
emergencia	C60N	0'5 A	10 kA C	f + n
Cetack 8	C60N	10 A	10 kA C	3f + n

C.S. Muelles	Magnetotérmico	Calibre	PdC y Curva	Protección
Cabecera	C120H	100 A	15 kA B	3f + n
MUELLE1	C60H	10 A	15 kA D	3f + n
MUELLE 2	C60H	10 A	15 kA D	3f + n
MUELLE 3	C60H	10 A	15 kA D	3f + n
MUELLE 4	C60H	10 A	15 kA D	3f + n
MUELLE 5	C60H	10 A	15 kA D	3f + n
MUELLE 6	C60H	10 A	15 kA D	3f + n
MUELLE 7	C60H	10 A	15 kA D	3f + n

C.S FRIO	Magnetotérmico	Calibre	PdC y Curva	Protección
Cabecera	NSX160	160 A	36 kA B	3f + n
FRIO 1	C60N	40 A	10 kA C	3f + n
FRIO 2	C60N	40 A	10 kA C	3f + n
FRIO 3	C60N	40 A	10 kA C	3f + n
FRIO 4	C60N	40 A	10 kA C	3f + n

C.S Motocompresor	Magnetotérmico	Calibre	PdC y Curva	Protección
Cabecera	NSX160	160 A	36 kA B	3f + n
Moto compresor 1	C60N	32 A	10 kA D	3f + n
Moto compresor 2	C60N	32 A	10 kA D	3f + n
Moto compresor 3	C60N	32 A	10 kA D	3f + n
Moto compresor 4	C60N	32 A	10 kA D	3f + n
Emergencia	C60N	0'5 A	10 kA C	f + n
Alumbrado Sala compres	C60N	10 A	10 kA C	3f + n
T.C 16	C60N	32 A	10 kA C	f + n

C.G.B.T	Magnetotérmico	Calibre	PdC y Curva	Protección
Cabecera	NS1600	1600 A	50 KA B	3f + n
Batería condensadores	NSX250	250 A	36 KA C	3f + n
Alumbrado+ Emergencia	NG125N	250 A	25 KA C	f + n
Tomas de corriente	NG125N	250 A	25 KA C	f + n

Hemos elegido los siguientes diferenciales:

- CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN:

Cuadros G. DISTRIBUC	Diferencial	Calibre	Sensibilidad	Protección
Cabecera				
C.S. Baterías	Bloque Vigi NG125N	125 A	500	3f + n
C.S Mantenimiento	Bloque Vigi C120	125 A	500	3f + n
C.S. Oficina 2	Bloque Vigi NG125	125 A	500	3f + n
C.S Oficinas 1	Bloque Vigi NG125	125 A	500	3f + n
C.S Motocompresores	Bloque Vigi NSX160	160 A	500	3f + n
C.Auxiliar 1	VIGICOMPAC NSX400	400 A	500	3f + n
C.S. muelles	Bloque Vigi NG125	63 A	500	3f + n
C.Auxiliar 2	Bloque Vigi NG125	125 A	500	3f + n
C.S Frio	Bloque Vigi NSX160	160 A	500	3f + n

• CUADRO AUXILIAR 1:

Cuadro Auxiliar 1.	Diferencial	Calibre	Sensibilidad	Protección
Cabecera				
1	Id 300	40 A	300	3f + n
2	Id 30	25 A	30	f + n
3	Id 30	25 A	30	3f + n
4	Id 30	40 A	30	3f + n
5	Id 30	25 A	30	f + n
6	Id 30	63 A	30	3f + n
7	Id 30	63 A	30	3f + n
8	Id 30	63 A	30	3f + n
9	Id 30	63 A	30	3f + n
10	Id 30	63 A	30	3f + n
11	Id 30	63 A	30	3f + n

• CUADRO AUXILIAR 2:

C.S.Auxiliar 2	Diferencial	Calibre	Sensibilidad	Protección
Cabecera				
1	Id 300	40 A	300	3f + n
2	Id 30	25 A	30	3f + n
3	Id 30	40 A	30	3f + n
4	Id 30	63 A	30	3f + n
5	Id 30	63 A	30	3f + n

• CUADRO SECUNDARIO OFICINA 1:

C.S oficinas 1	Diferencial	Calibre	Sensibilidad	Protección
Cabecera				
1	Id 300	40 A	300	3f + n
2	Id 30	63 A	30	3f + n
3	Id 30	25 A	30	f + n

• CUADRO SECUNDARIO OFICINA 2:

C.S. Oficina 2	Diferencial	Calibre	Sensibilidad	Protección
Cabecera				
1	Id 300	40 A	300	3f + n
2	Id 30	40 A	30	3f + n

• CUADRO SECUNDARIO MANTENIMIENTO:

C.S. Mantenimiento	Diferencial	Calibre	Sensibilidad	Protección
Cabecera				
1	Id 30	25 A	30	f + n
2	Id 30	80 A	30	3f + n
3	Id 30	25 A	30	f + n

• CUADRO SECUNDARIO CARGADORES BATERÍAS:

C.S. Cargadores Baterías	Diferencial	Calibre	Sensibilidad	Protección
Cabecera				
1	Id 30	40 A	30	3f + n
2	Id 30	40 A	30	3f + n
3	Id 30	25 A	30	3f + n

• CUADRO SECUNDARIO MUELLE:

C.S. Muelles	Diferencial	Calibre	Sensibilidad	Protección
Cabecera				
1	Id 300	40 A	300	3f + n
2	Id 300	63 A	300	3f + n

3	Id 300	63 A	300	3f + n
---	--------	------	-----	--------

• CUADRO SECUNDARIO FRIO:

C.S FRIO	Diferencial	Calibre	Sensibilidad	Protección
Cabecera				
FRIO 1	Id 300	63 A	300	3f + n
FRIO 2	Id 300	63 A	300	3f + n
FRIO 3	Id 300	63 A	300	3f + n
FRIO 4	Id 300	63 A	300	3f + n

• CUADRO SECUNDARIO MOTOCOMPRESORES:

C.S Motocompresor	Diferencial	Calibre	Sensibilidad	Protección
Cabecera				
Moto compresor 1	Bloque Vigi C60	40 A	300	3f + n
Moto compresor 2	Bloque Vigi C60	40 A	300	3f + n
Moto compresor 3	Bloque Vigi C60	40 A	300	3f + n
Moto compresor 4	Bloque Vigi C60	40 A	300	3f + n
1	Id 30	25 A	30	3f + n
2	Id 30	40 A	30	f + n

• CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN:

C.G.B.T	Diferencial	Calibre	Sensibilidad	Protección
Cabecera				
1	Bloque Vigi NSX250	250 A	500	3f + n
2	Id 30	25 A	30	3f + n

1.11. PUESTA A TIERRA

1.11.1. INTRODUCCIÓN

Las puestas a tierra se establecen principalmente con el objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La función principal de la puestas a tierra es la de conseguir que el conjunto de instalaciones, edificios y superficies próximas del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas que puedan provocar algún riesgo, en primer lugar, frente a las personas y en segundo lugar frente a la instalación y permitir al mismo tiempo que las corrientes de defecto pasen directamente a tierra.

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones eléctricas y a los receptores conectados a ellas.

El límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra, o entre masas distintas, nos viene definido en la instrucción ITC-BT 18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:

- 50 voltios para locales secos.
- 24 voltios para locales húmedos.

Estos valores son los máximos que se supone soporta el cuerpo humano sin alteraciones significativas.

Las tomas de tierra limitan las sobre intensidades, que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo esta limitación tanto mayor en cuanto las tomas de tierra presenten menor impedancia al paso de esta corriente.

Durante el transcurso de las perturbaciones, los equipos de una misma instalación deben quedar al mismo potencial; siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la equipotencialidad.

1.11.2. OBJETIVO DE LA PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra, es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas.

Con una puesta a tierra bien dimensionada se trata de conseguir que la instalación no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que permita el paso a de las corrientes de defecto de origen atmosférico o procedentes de otras fuentes.

El paso de estas diferentes corrientes por el terreno conductor, con unas características eléctricas variables por sus características geológicas, producen unas distribuciones de potencial en toda su masa y en particular en su superficie, con las consiguientes diferencias de potencial entre puntos del terreno que inciden directamente sobre la seguridad de las personas. Por ello, los estudios de las puestas a tierra deberían considerar:

- La seguridad de las personas.
- La protección de las instalaciones.
- La protección de los equipos sensibles.
- Un potencial de referencia.

Para ello es necesario conocer:

- Los elementos que forman las instalaciones.
- Las diferentes fuentes de corriente que las solicitan.
- Las respuestas de los diferentes elementos a estas diferentes fuentes.
- El terreno, teniendo en cuenta su heterogeneidad (rocas que lo forman, estratos, textura, etc.) y los factores que sobre él actúan (humedad y temperatura).

1.11.3. PARTES DE LA PUESTA A TIERRA

Los podemos dividir en cinco grupos:

1. El terreno:

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico.

Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tienen una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica y los materiales que tienen una resistividad alta, se oponen al paso de corriente.

La resistividad del terreno se mide en ohmios por metro.

Como los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno.

La investigación de las características eléctricas del terreno es un requerimiento de la instrucción MIE-RAT 13, para realizar el proyecto de una instalación de puesta a tierra.

El terreno, como conductor de la corriente eléctrica, se puede considerar como un agregado formado por una parte sólida mineral y sendas partes líquida y gaseosa. La resistividad del terreno depende de los siguientes conceptos:

- Humedad.
- Resistividad de los minerales que forman la fracción sólida.
- Resistividad de los líquidos y gases que rellenan los poros de la fracción sólida.
- Porosidad.
- Salinidad.
- Superficie de separación de la fase líquida con la fase sólida.
- Temperatura.
- Textura.

2. Tomas de tierra:

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio.

La toma de tierra consta de tres partes fundamentales:

a) Electrodo:

Son la masa metálica que se encuentra en contacto permanente con el terreno para facilitar a este el paso de corrientes de defecto, o la carga eléctrica que pueda tener.

Pueden ser naturales o artificiales; los electrodos naturales, suelen ser estar constituidos por conducciones metálicas enterradas, como conducciones de agua, cubiertas de plomo de cables de redes subterráneas, pilares metálicos de los edificios que se construyen con estructuras metálicas, etc.

Los electrodos artificiales pueden ser barras (picas), tubos, placas metálicas, cables, u otros perfiles que a su vez puedan combinarse formando anillos o mallas.

De la sección en contacto con el terreno dependerá el valor de la resistencia a tierra. En general, la sección de un electrodo no debe ser inferior a un cuarto de la sección del conductor de línea principal de tierra.

Los metales deben ser inalterables a las acciones de la humedad y del terreno como son el cobre, el hierro galvanizado, fundición de hierro, etc.

b) Líneas de enlace con tierra:

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán ser de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm² de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

c) Punto de puesta a tierra:

El elemento de la puesta a tierra, es el situado fuera del terreno y que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. El punto de puesta es un elemento de conexión, placa, regleta, grapa, etc. que une los conductores de la línea de enlace con la principal de tierra. El número de puntos de puesta a tierra conectados al mismo electrodo o conjunto de ellos dependerá del tipo de instalación.

3. Línea principal de tierra:

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios.

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16 mm² de sección.

Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y los desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

4. Derivaciones en las líneas principales de tierra:

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. El dimensionamiento viene en la ITC-BT 18.

Secciones de los conductores de fase (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S / 2$
<ul style="list-style-type: none"> - Con un mínimo de 2.5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica. - Con un mínimo de 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica. 	

5. Conductores de protección:

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la ITC-BT 19.

1.11.4. ELEMENTOS A CONECTAR A LA TOMA DE TIERRA

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, deberemos conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Caja General de Protección (no obligatorio según R.E.B.T.).
- Instalación de pararrayos.
- Instalación de antenas colectivas de TV y FM.
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.
- Toda masa o elemento metálico significativo.
- Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.

1.11.5. SOLUCIÓN ADOPTADA

Constituida por un cable de cobre rígido de 50 mm² de sección, formando un anillo enterrado con el número de picas necesario, en este caso 8 picas, de 2m de longitud y 14,6 mm de diámetro para conseguir una resistencia de tierra tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones superiores a 24v.

El cuadro general de distribución se unirá al conductor principal de tierra a través de un conductor de cobre de 50 mm². Del C.G.D. partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores (alumbrado de la nave, tomas de corriente y maquinaria). Los conductores de tierra se distinguirán fácilmente de los conductores activos por el color amarillo-verde.

1.12. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

1.12.1. GENERALIDADES

Los aparatos y máquinas utilizados, además de un consumo de energía activa, tienen un consumo de energía reactiva inductiva; los receptores inductivos absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos y la entregan durante la destrucción de estos. Esto provoca un consumo de energía que no es aprovechado directamente por los receptores. La energía reactiva está representada por el cosφ o factor de potencia.

El factor de potencia depende únicamente de las características de los receptores y de su régimen de funcionamiento (tipo de motor, velocidad, carga), y es independiente del rendimiento propio de estos receptores.

1.12.2. VENTAJAS DE UN ELEVADO FACTOR DE POTENCIA

Las ventajas de un buen factor de potencia se pueden resumir en las siguientes:

- Reducción en el recibo de la electricidad.
- Optimización de las instalaciones eléctricas. Entre estas podemos describir:
 - a) *Disminución de la caída de tensión en las líneas.*
 - b) *Reducción del dimensionamiento de las líneas.*
 - c) *Disminución de las pérdidas por calentamiento en línea.* La resistencia de los conductores siempre provoca pérdidas de potencia. Estas pérdidas son proporcionales al cuadrado de la corriente transportada, la cual, para una misma potencia activa, disminuye a medida que el factor de potencia aumenta.

d) Aumento de la potencia disponible en el transformador de alimentación. Mientras el factor de potencia crece, la potencia aparente S para una misma potencia activa P disminuye; es decir, se utiliza tanto mejor un transformador conforme el factor de potencia de la carga más se aproxima a la unidad.

e) Facilita el suministro de la tensión nominal a los receptores.

f) Reporta una disminución de costes de la factura de energía eléctrica al realizar una bonificación la compañía suministradora para valores:

$$0,9 < \cos\varphi < 1$$

Debido a que según que $\cos\varphi$ tengamos en la instalación se nos implantará un coeficiente que nos recargará o nos descontará la tarifa a pagar a la empresa suministradora. Dicho coeficiente se aplica a la suma del término de potencia y término de energía. El coeficiente se saca de la siguiente fórmula:

$$K_r = \left(\frac{17}{\cos 2\varphi} \right) - 21$$

1.12.3. MÉTODOS PARA MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA

1.12.3.1. PROCEDIMIENTOS DIRECTOS

Actúan directamente sobre la causa misma del bajo factor de potencia, es decir, procura en lo posible disminuir el consumo innecesario de energía reactiva actuando sobre las cargas normales de la instalación.

Los más importantes son:

- Correcta elección del equipo eléctrico.
- Evitar marchas en vacío o cargas reducidas de los motores eléctricos.
- Sustituir los motores defectuosos fuera de las horas de trabajo.
- Reducir las marchas en vacío o con poca carga de los transformadores.

1.12.3.2. PROCEDIMIENTOS INDIRECTOS

Consisten en compensar el consumo de energía reactiva mediante elementos productores de energía capacitiva, compensando parcial o totalmente la energía inductiva consumida por los elementos receptores. Para este tipo de procedimientos se utilizan compensadores que se dividen en:

- Compensadores giratorios, también llamados compensadores síncronos. Son motores síncronos trabajando sobreexcitados, los cuales proporcionan energía capacitiva.
- Compensadores estáticos o condensadores, pueden ser individualmente o en baterías de condensadores conectados adecuadamente.

1.12.3.3.ELECCIÓN DEL MÉTODO DE COMPENSACIÓN

Aunque a la hora de realizar la instalación se tendrán en cuenta todos los casos expuestos en la compensación directa, considerando que aún así el factor de potencia no es el adecuado se optará por realizar una compensación indirecta con una batería de condensadores por cada transformador.

Estos grupos de mejora del factor de potencia dispondrán de un regulador automático con varios puntos con actuación sobre puntos de condensadores tripolares a través de sendos contactores, existiendo un grupo independiente sobre el que no actúa el regulador.

Dicho regulador realiza una medición de la energía reactiva a partir de los transformadores de intensidad a la salida de cada cuadro general de distribución y actuará conectando y desconectando los grupos de condensadores en función de las necesidades.

Las tres baterías de condensadores se instalarán en el centro de transformación, junto al Cuadro General de Baja Tensión.

1.12.4. CLASIFICACIÓN Y ELECCIÓN DE LA COMPENSACIÓN

1.12.4.1.CLASIFICACIÓN POR LA SITUACIÓN DE LA COMPENSACIÓN

a) Situación en cabecera

Si los condensadores están situados en cabecera de la instalación, conseguiremos la reducción del consumo de energía reactiva y por tanto evitaremos las penalizaciones económicas por un consumo excesivo de dicha energía.

También conseguiremos ajustar la potencia aparente “S”, a lo que necesitemos en la instalación.

Pero, la corriente reactiva estará presente en toda la instalación, ya que la compensación está en la cabecera, con lo cual no conseguiremos disminuir las pérdidas por efecto Joule.

b) Situación en cada receptor inductivo

Si se sitúan los condensadores en los bornes de cada uno de los receptores de tipo inductivo, se consigue, además de evitar las penalizaciones por consumo de energía reactiva y ajustar “S” a la necesidad real, reducir las pérdidas por efecto Joule de los cables, ya que la corriente reactiva se abastece en el mismo lugar de su consumo y por tanto no circula en los cables de la instalación.

c) Situación en una zona intermedia

Situando los condensadores en una zona intermedia, conseguiremos evitar la penalización por consumo de energía reactiva y se reducirán por tanto las pérdidas por efecto Joule.

1.12.4.2.ELECCIÓN DE LA SITUACIÓN PARA LA COMPENSACIÓN

En nuestro caso la segunda opción de compensación individual no es viable ya que son numerosos, y de poca potencia, los receptores con carga inductiva, con lo cual resultaría imposible la compensación individual.

Por otro lado la longitud de los conductores es relativamente corta con lo cual la diferencia de las pérdidas por efecto Joule no va a ser importantes, aunque en las líneas del centro de transformador hasta los cuadros generales de distribución estaríamos sufriendo pérdidas por dicho efecto innecesariamente.

Finalmente, nos decantaremos por una compensación en la cabecera de la instalación, en la zona de los cuadros generales de distribución.

1.12.4.3.CLASIFICACIÓN POR TIPO DE CONDENSADOR

a) Compensación fija

Con este tipo de compensación, en todo momento los condensadores están suministrando una energía reactiva fija, que debe ser consumida en su totalidad por el receptor. De no ser así la red absorbería energía capacitiva.

b) Compensación automática (variable)

La compensación automática se realiza con un equipo de condensadores que se adecuan a las variaciones de potencia reactiva de la instalación para conseguir mantener el $\cos\phi$ objetivo.

El equipo de compensación automático, o batería de condensadores, está compuesto de un regulador, que mide el $\cos\phi$ de la instalación y conecta los distintos escalones de energía reactiva, mediante contactores, que conectan los distintos condensadores de la batería para conseguir los distintos escalones de potencia.

Se colocará un transformador de intensidad a la entrada de cada cuadro general de distribución para medir el $\cos\phi$.

1.12.4.4.ELECCIÓN DEL TIPO DE COMPENSACIÓN

Si elegimos una compensación fija para la instalación, en los momentos en los que la potencia reactiva de la instalación sea menor que la potencia que suministran los condensadores, estaremos introduciendo energía capacitiva en la red.

Según lo establecido en el reglamento de baja tensión; se podrá realizar la compensación de energía reactiva “pero sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva” por tanto el $\cos\phi$ de la instalación en el punto de conexión con la compañía nunca podrá ser capacitivo.

Para que esto no ocurra vamos a elegir compensación automática para la instalación ya que el consumo de energía reactiva de la instalación no va a ser siempre el mismo, variará en función de las cargas inductivas conectadas (luminarias, maquinas, etc.).

Así que colocaremos dos equipos de compensación automática en cabecera, uno por cada línea, de la instalación del edificio, para compensar la energía reactiva consumida por la totalidad de las cargas inductivas de la instalación.

1.12.5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE COMPENSACIÓN AUTOMÁTICOS ELEGIDOS

- Batería de condensadores :

Rectimat 2 estandar 400V con
interruptor automático 10+15+30+45 100 KVar

1.13. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.13.1. CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 60298.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 13'2 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

CARACTERÍSTICAS CELDAS SM6

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Merlin Gerin, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 60298.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

1.13.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

1.13.1.1.1. LOCAL.

El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo EHC-4T1D con una puerta peatonal de Merlin Gerin, de dimensiones 4'830 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., cuyas características se describen en esta memoria.

Se detallan a continuación las condiciones mínimas que debe cumplir el local para poder albergar el C.T.:

- Acceso de personas: El acceso al C.T. estará restringido al personal de la Cía Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía Eléctrica. La(s) puerta(s) se abrirá(n) hacia el exterior y tendrán como mínimo 2.10 m. de altura y 0.90 m. de anchura.
- Acceso de materiales: las vías para el acceso de materiales deberá permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos pesados hasta el local. Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán una luz mínima de 2.30 m. de altura y de 1.40 m. de anchura.
- Dimensiones interiores y disposición de los diferentes elementos: ver planos correspondientes.
- Paso de cables A.T.: Para el paso de cables de A.T. (acometida a las celdas de llegada y salida) se preveerá una bancada de obra civil de dimensiones adecuadas.

La bancada deberá tener la resistencia mecánica suficiente para soportar las celdas y sus dimensiones en la zona de celdas serán las siguientes: una anchura libre de 600 mm., y una altura que permita darles la correcta curvatura a los cables. Se deberá

respetar una distancia mínima de 100 mm. entre las celdas y la pared posterior a fin de permitir el escape de gas SF₆ (en caso de sobrepresión demasiado elevada) por la parte debilitada de las celdas sin poner en peligro al operador.

Fuera de las celdas, la bancada irá recubierta por tapas de chapa estriada apoyadas sobre un cerco bastidor, constituido por perfiles recibidos en el piso.

- Acceso a transformadores: una malla de protección impedirá el acceso directo de personas a la zona de transformador. Dicha malla de protección irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección.

- Piso: se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0.30 x 0.30 m. Este mallazo se conectará al sistema de tierras a fin de evitar diferencias de tensión peligrosas en el interior del C.T. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

- Ventilación: se dispondrán rejillas de ventilación a fin de refrigerar el transformador por convección natural. La superficie de ventilación por transformador está indicada en el capítulo de Cálculos.

El C.T. no contendrá otras canalizaciones ajenas al mismo y deberá cumplir las exigencias que se indican en el pliego de condiciones respecto a resistencia al fuego, condiciones acústicas, etc.

1.13.1.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

1.13.1.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 13'2 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

1.13.1.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.

CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6

- Tensión asignada:
24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV
ef.
a impulso tipo rayo:
125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea:
400 A.
- Intensidad asignada en interrup. automática
400 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles.
200 A.
- Intensidad nominal admisible de corta duración:
durante un segundo
16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible:
40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad
nominal
- Grado de protección de la envolvente:

IP307 según UNE 20324-94.

- Puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 60298, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

- Embarrado.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

CELDA DE REMONTE.

Celda Merlin Gerin de remonte de cables gama SM6, modelo SGAM16, de dimensiones: 500 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras interior tripolar de 400 A para conexión superior, de tensión de 24 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra con poder de cierre.
- Mando CC manual independiente.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.
- Conexión inferior cable seco unipolar.

CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.

Celda Merlin Gerin de protección con interruptor automático gama SM6,

modelo SDM1DY16, de dimensiones: 750 mm. de anchura, 1.220 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior e inferior con celdas adyacentes, de 16 kA.
- Seccionador en SF6.
- Mando CS1 manual.
- Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SFset, tensión de 24 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16 kA, con bobina de disparo a emisión de tensión 220 V c.a., 50 Hz.
- Mando RI de actuación manual.
- 3 captadores de intensidad modelo CSa 20A para la alimentación del relé VIP200,
- Embarrado de puesta a tierra.
- Preparada para salida lateral inferior por barrón a derechas.

El disyuntor irá equipado con una unidad de control VIP 200, sin ninguna alimentación auxiliar, constituida por un relé electrónico y un disparador Mitop instalados en el bloque de mando del disyuntor, y unos transformadores o captadores de intensidad.

Sus funciones serán:

- Protección contra sobrecargas, cortocircuitos y defecto homopolar (2 umbrales): 50-51/50N-51N.
- Tipo de curvas: a tiempo constante e inverso.
- Autovigilancia.
- Reset de los indicadores.
- Señalización de disparo mediante indicador mecánico.

- Enclavamiento por cerradura tipo E11 impidiendo maniobrar en carga el seccionador de la celda DM1-D e impidiendo acceder a la celda de transformador sin abrir el circuito.

CELDA DE MEDIDA.

Celda Merlin Gerin de medida de tensión e intensidad con entrada inferior lateral por barras y salida inferior lateral por cables gama SM6, modelo SGBCC3316, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Entrada lateral inferior izquierda por barras y salida inferior por cable.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 30-60/5A, 15VA CL.0.5, $I_{th}=5KA$ y aislamiento 24kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación , $F_t= 1.9 U_n$ y aislamiento 24kV.

TRANSFORMADOR.

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 30 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro (*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (AN), modelo TRIHAL de Merlin Gerin, encapsulado en resina epoxy (aislamiento seco-clase F).

El transformador tendrá los bobinados de AT encapsulados y moldeados en vacío en una resina epoxi con carga activa compuesta de alúmina trihidratada, consiguiendo así un encapsulado ignifugado autoextinguible.

Los arrollamientos de A.T. se realizarán con bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas, con lo que se conseguirá un nivel de descargas parciales inferior o igual a 10 pC. Se exigirá en el protocolo de ensayos que figuren los resultados del ensayo de descargas parciales.

Por motivos de seguridad en el centro se exigirá que los transformadores cumplan con los ensayos climáticos definidos en el documento de armonización HD 464 S1:

- ensayos de choque térmico (niveles C2a y C2b),
- ensayos de condensación y humedad (niveles E2a y E2b),
- ensayo de comportamiento ante el fuego (nivel F1).

No se admitirán transformadores secos que no cumplan estas especificaciones.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21538 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia nominal:
630 kVA.
- Tensión nominal primaria:
V.
- Regulación en el primario:
+/-2,5% +/-5%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito:
6 %.
- Grupo de conexión:
Dyn11.
- Nivel de aislamiento:
Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 125 kV.

Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min
50 kV.
- Protección térmica por tres sondas PT100.

(*)Tensiones según:

- UNE 21301:1991 (CEI 38:1983 modificada)(HD 472:1989)
- UNE 21538 (96)(HD 538.1 S1)

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 3x240mm² Al para las fases y de 2x240mm² Al para el neutro.

1.13.1.2.3. CARACTERÍSTICAS MATERIAL VARIO DE ALTA TENSIÓN

EMBARRADO GENERAL CELDAS SM6.

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

PIEZAS DE CONEXIÓN CELDAS SM6.

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con

tornillos imperdibles integrados de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2.8 m.da.N.

1.13.1.2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN.

La salida de Baja Tensión estará protegida mediante un interruptor automático de las siguientes características:

- Interruptor automático tetrapolar sobre bastidor abierto tipo Masterpact de Merlin Gerin de intensidad nominal 1600 Amperios.

1.13.2. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-753/AT-ID de dimensiones 750mm de alto x 500mm de ancho y 320mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- contador electrónico de energía eléctrica clase 0.2 con medida:
 - activa: bidireccional
 - reactiva: dos cuadrantes
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contado. Registro de curvas de carga horaria y cuarto horaria.
- Modem para comunicación remota.
- Regleta de comprobación homologada.
- Elementos de conexión.
- Equipos de protección necesarios

1.13.3. PUESTA A TIERRA.

1.13.3.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

1.13.3.2. TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" del capítulo 2 de este proyecto.

1.13.3.3. TIERRAS INTERIORES.

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujección y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado

formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujección y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

1.13.4. INSTALACIONES SECUNDARIAS.

1.13.4.1. ILUMINACIÓN.

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

1.13.4.2. VENTILACIÓN.

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la rejilla de entrada de aire en función de la potencia del mismo según se relaciona.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

Potencia del transformador 630 KVA.

Superficie de la rejilla mínima 0,8 m².

Los cálculos de sección de la superficie mínima de la rejilla se encuentran en los cálculos.

1.13.4.3. MEDIDAS DE SEGURIDAD.

SEGURIDAD EN CELDAS SM6

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 60298, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

1.14. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

1. Iluminación:.....	77095'80 €
2. Cables:.....	49880'15 €
3. Canalizaciones:.....	62387'19 €
4. Tomas de corriente e interruptores:.....	979'92 €
5. Interruptores magnéticos:.....	43514'81 €
6. Interruptores diferenciales:.....	17746'66 €
7. Cuadros:.....	5059'16 €
8. Compensación de energía reactiva:.....	3833 €
9. Puesta a tierra:.....	9253'69 €
10. Centro de transformación:.....	35921'69 €
11. Seguridad:.....	792'00 €

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL:.....306464'07€

El total de la ejecución material asciende a **TRESCIENTAS SEIS MIL CUATROCIENTAS SESENTA Y CUATRO CON SIETE CÉNTIMOS.**

Gastos generales 5%:.....	15343'20 €
Beneficio industrial 10%:.....	30646'40 €
I.V.A. 18%.....	55163'53 €

Suma de G.G. y B.I. (P.E. POR CONTRATA):.....407617'20 €

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a **CUATROCIENTAS SIETE MIL SEISCIENTAS DIEZ Y SIETE CON VEINTE CÉNTIMOS.**

Honorarios proyectista 3%:.....12228'51 €

Honorarios dirección de obra 3%:.....12228'51 €

TOTAL PRESUPUESTO.....432074'23€

Asciende el presupuesto general (con 18 % IVA), a la expresa cantidad de **CUATRO CIENTAS TREINTA Y DOS MIL SETENTA Y CUATRO CON VEINTITRES CÉNTIMOS.**

1.15 Bibliografía

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de IBERDROLA.
- Catálogos:
 - Cables de GENERALCABLE: cables EXZHELLENT XXI, SEGURFOC y cables de MT
 - Tubos de EMA Y PEMSA: corrugados libres de halógenos y tuberías de doble capa.
 - Aparamenta de BT de MERLIN GERIN: Interruptores automáticos, diferenciales, contactores y bases de corriente
 - Armarios y cofrets de MERLIN GERIN: Prisma Plus P, Pragma y Kaedra.
 - Baterías de condensadores de MERLIN GERIN
 - Luminarias y lámparas PHILIPS
 - Alumbrado de emergencia DAISALUX: tipo NOVA.
 - Material para puestas a tierra de KKK: picas, grapas...

- Cajas de seccionamiento de URIARTE.
- Distribución en MT de MERLIN GERIN: edificios, celdas y transformadores.
- Equipos de seguridad NAISA: Cascos, gafas, guantes, etc.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

DOCUMENTO Nº2: CÁLCULOS

Asier Salinas Garayoa

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 24 de Febrero de 2.011

ÍNDICE

2.1	Alumbrado	3
2.1.1	Introducción	3
2.1.2	Cálculo de la iluminación interior	3
2.1.3	Cálculo de la iluminación exterior	5
2.1.4	Cálculo del alumbrado de emergencia	5
2.2	Cálculo intensidades de línea	6
2.3	Secciones de los conductores	7
2.3.1	Caída de tensión	7
2.3.2	Intensidad máxima admisible por cable	8
2.3.3	Procedimientos cálculos	8
2.4	Canalizaciones	18
2.4.1	Introducción	18
2.4.2	Diámetros de las canalizaciones	18
2.5	Protecciones de baja tensión	24
2.5.1	Cálculos de las corrientes de cortocircuito	25
2.5.2	Cálculos de la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador	27
2.5.3	Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el Cuadro General de Distribución	28
2.5.4	Tabla resumen	30
2.6	Factor de potencia	31

2.7	Instalación de puesta a tierra	32
2.7.1	Introducción	32
2.7.2	Instalación de puesta a tierra	33
2.8	Centro de transformación	35
2.8.1	Intensidad en alta tensión	35
2.8.2	Intensidad en baja tensión	35
2.8.3	Intensidad de cortocircuito	36
2.8.4	Selección de las protecciones de alta tensión y baja tensión	37
2.8.5	Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación	37
2.8.6	Dimensionado del pozo apagafuegos	38
2.8.7	Puesta a tierra del Centro de Transformación	38
2.8.8	Alumbrado del Centro de Transformación	47
2.8.9	Cuadro General de Baja tensión	48

2.1. ALUMBRADO

2.1.1. INTRODUCCIÓN

A continuación se realizará el cálculo de las luminarias de las correspondientes dependencias de la que consta la nave. La iluminación interior y exterior se realiza siguiendo el programa de cálculo de luminarias Dialux 4.6.

2.1.2. CÁLCULO DE ILUMINACIÓN INTERIOR DE LA NAVE

Para el cálculo de las luminarias primero se deberá definir la iluminación en lúmenes que queremos que tenga cada uno de los locales de los que constará la nave.

Para la iluminación de los diferentes locales de los que cuenta nuestra nave se han tomado los siguientes valores medios:

Local	Iluminancia media (lux)
Muelles y almacenes	500
Sala de devolución	500
Aseos, vestuarios	200
Pasillos, vestíbulos, escaleras	200
Oficinas, despachos, administración	500
Sala de compresores	200
Sala cargadores baterías	500
Sala máquina limpieza	500
Sala mantenimiento	1000
Recepción	200

En base a estos datos expuestos, procederemos al cálculo de la iluminación de los locales de los que consta la nave.

Para ello, impondremos los valores estándar de grado de reflexión del techo (70%), paredes (50%) y suelo (20%). El plano útil lo supondremos a 0,85m del suelo, con un factor de mantenimiento del 0,8.

En la planta baja, la zona de producción y almacenaje, tendrá un techo a 6 m. de altura y la zona de sobrecamara tendrá una altura de 3 m, mientras que todas las zonas tendrán un falso techo que hará que el techo esté a 2,885m. Las luminarias de la zona de producción, estarán suspendidas 20 cm del techo.

A continuación se exponen todos los locales de los que se compone la nave, calculando en ellos el número de luminarias a colocar y el tipo de luminaria que se ha elegido para colocar.

Primero, expondremos el cuadro con los cálculos de luminarias de los locales:

Nº ref.	Local	Iluminancia (lux)	Luminaria	Número
1	Antecámara	500	Luminaria Cabana HPK 250 W	16
2	Almacén materias primas	500	Luminaria Cabana HPK 250 W	204
3	Sala cargadores baterías	500	Luminaria EFIX TCS 260 2xTL5 54W	6
4	Aseos/vestuarios hombres	200	Luminaria Impala TBS 4x18 W	10
5	Aseos/vestuarios mujeres	200	Luminaria Impala TBS 4x18 W	10
6	Sala devolución	500	Luminaria EFIX TCS 260 2xTL5 54W	9
7	Sala máquina limpieza	500	Luminaria EFIX TCS 260 2xTL5 54W	3
8	Recepción	200	Luminaria Impala TBS 4x18 W	5
9	Pasillos y escaleras	500	Luminaria EFIX TCS 260 2xTL5 54W	7
10	Sala mantenimiento	200	Luminaria EFIX TCS 260 2xTL5 54W	3
11	Sala compresores	500	Luminaria EFIX TCS 260 2xTL5 54W	6
12	Oficinas	200	Luminaria Impala TBS 4x18 W	21
13	Sala de reuniones	200	Luminaria Impala TBS 4x18 W	6
14	Sobrecamara	500	Luminaria EFIX TCS 260 2xTL5 54W	69
15	Pasillos sobrecamara	500	Luminaria Impala TBS 4x18 W	6

2.1.3. CÁLCULO DE ILUMINACIÓN EXTERIOR DE LA NAVE

Para la iluminación exterior de la nave industrial, utilizaremos luminarias que estarán colocadas a 5 metros de altura y con las que alumbraremos todo el conjunto de parking y aceras que componen la parcela a iluminar:

Iluminación exterior	Selenium SGP340 FG 1xSON-TPP70W CON TPP1	12
----------------------	---	----

2.1.4. CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA DE LA NAVE

Para calcular el alumbrado de emergencia hemos tenido en cuenta las dimensiones del local a iluminar y hemos escogido la luminaria autónoma de emergencia adecuada para conseguir una iluminancia de, al menos, 5 luxes, o lo que es lo mismo, 5 lúmenes/m².

El alumbrado de emergencia estará compuesto básicamente de luminarias de marca Normalux del tipo Dunna.

Para la zona de producción, debido a sus dimensiones, necesitaremos unos focos orientables, también de marca Normalux, para complementar el alumbrado de emergencia.

A continuación, detallaremos las luminarias de los locales de la planta baja:

Nº ref.	Local	Luminaria	Número
1	Antecámara	Nova N3 8w y 150 lúmenes	6
2	Almacén materias primas	lámparas de focos orientables 3 x50 w NOVA 2800 LUMENES	7
3	Sala cargadores baterías	Nova N3 8w y 150 lúmenes	3
4	Aseos/vestuarios hombres	N1 de 8w y 70 lúmenes	4
5	Aseos/vestuarios mujeres	N1 de 8w y 70 lúmenes	4

6	Sala devolución	Nova N2 8w y 95 lúmenes	3
7	Sala máquina limpieza	Nova N1 8 w y 70 lúmenes	1
8	Recepción	N1 de 8w y 70 lúmenes	2
9	Pasillos y escaleras	N1 de 8w y 70 lúmenes	5
10	Sala mantenimiento	1 Nova N2 8w y 95 lumenes + 1Nova N1 8 w y 70 lumenes	2
11	Sala compresores	3 Nova N3 8w y 150 lumenes	2
12	Oficinas	3 Nova N2 8 w y 95 lumenes +1 Nova N1 8w y 70 lumenes	4
13	Sala de reuniones	2 Nova N1 8w y 70 lumenes	1
14	Sobrecamara	lamparas de focos orientables 3 x50 w NOVA 2800 LUMENES	7

2.2 CALCULO DE LAS INTENSIDADES DE LINEA

2.2.1 Introduccion

Para realizar los cálculos se partirá de la potencia consumida por cada uno de los receptores y se usaran las siguientes formulas, dependiendo del tipo de red que se tenga:

Receptor monofásico:

$$I_a = \frac{P}{V \times \cos \varphi}$$

Receptor trifásico:

$$I_a = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi}$$

Donde :

I_a = intensidad nominal (A)

P = Potencia consumida en cada receptor (W)

V = Tensión nominal (V)

$\cos \varphi$ = Factor de potencia de cada receptor.

2.3 SECCION DE LOS CONDUCTORES

Los conductores serán de una sección tal que cumplan lo indicado en el reglamento electrotécnico de baja tensión en lo referente a las máximas intensidades que puedan soportar, así como cumplir lo referente a las máximas caídas de tensión admitidas para cada tipo de circuito.

2.3.1 Caída de tensión

El valor de las caídas de tensión máximas admisibles, vienen normalizadas en el reglamento electrotécnico para baja tensión. La instrucción ITC BT 19, en el punto 2.2.2 dice:

“Para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considera que la instalación interior tiene su origen en salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5 % y del 6,5 % para los demás usos”.

Según esto, dado que el suministro se realiza en alta tensión, las caídas máximas admisibles serán del 4,5 % en circuitos de alumbrado, y del 6,5 % para circuitos de fuerza.

Para el cálculo de la caída de tensión se distinguirán los circuitos según sea su alimentación, de forma que para circuitos trifásicos la caída de tensión será:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times I \times \cos \varphi \times L}{\sigma \times S}$$

Para circuitos monofásicos, la caída de tensión será:

$$\Delta V = \frac{2 \times I \times \cos \varphi \times L}{\sigma \times S}$$

Donde:

S: Sección del conductor en mm²

I: Intensidad e la línea en (A)

L: Longitud por el conductor en (m)

σ : Conductividad del material conductor ($m/\Omega mm^2$), para el cobre en 56 y para el aluminio 35

ΔV : Porcentaje de la máxima caída de tensión admisible.

$\cos \varphi$: Factor de potencia total por la línea

2.3.2 Intensidad máxima admisible por el cable

Las intensidades máximas admisibles que soportan los conductores vienen normalizadas en el reglamento electrotécnico para baja tensión, clasificando los conductores según sean para distribuciones aéreas, subterráneas o bien interiores.

Las intensidades máximas admisibles para redes de distribución subterráneas quedan reflejadas en la instrucción ITC-BT-07 del R.E.B.T, mientras que las intensidades máximas admisibles para instalaciones interiores o receptoras vienen reflejadas en la instrucción ITC-BT-19 del R.E.B.T.

2.3.3 Procedimiento de cálculo

Para calcular la sección adecuada en cada caso, se tendrán en cuenta los dos aspectos mencionados anteriormente:

- Intensidad máxima admisible por el cable
- Caída de tensión

Teniendo en cuenta ambos aspectos el procedimiento a seguir para calcular la sección adecuada es el siguiente:

- Se calcula la intensidad nominal
- Se comprueba si se aplica alguna instrucción, son típicas.

ITC-BT-44 “Receptores para alumbrado: *Las líneas de alimentación a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga estarán previstas para transportar la carga debida a*

los propios receptores y a sus elementos asociados, a sus corrientes armónicas de arranque y desequilibrio de fases. Como consecuencia, la potencia aparente mínima en VA se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga”

ITC-BT-47 “Motores: *Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor”*

“Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad nominal a plena carga del motor de mayor potencia, mas la intensidad a plena carga de todos los demás.”

“Los conductores de conexión que alimentan a motores y otros tipos de receptores deberán estar previstos para la intensidad total requerida por los receptores, mas la requerida por los motores, calculada como antes se ha indicado”

- Se calcula la intensidad que circulara por el conductor, y según sea su aislamiento y tipo de montaje (subterráneo, interior...) se accede a las tablas de la instrucción técnica correspondiente para seleccionar la sección que por su intensidad máxima admisible mejor se ajuste a la corriente calculada, no sin antes aplicar los correspondiente factores de corrección debidos al tipo de instalación (tubo, bandeja...), número de conductores...
- Una vez decidida la sección, se procede a calcular la caída de tensión. Si la caída de tensión fuese superior a la máxima admisible, bastaría con aumentar la sección del conductor.

De acuerdo con estos procedimientos se han realizado los correspondientes cálculos sabiendo que:

- Ical: intensidad resultante de multiplicar la intensidad nominal por un factor de corrección (este factor depende del tipo de receptor: uno o varios motores, lámparas de inducción o de descarga, etc.)
- Fc: Factor de corrección
- Iadm: Intensidad resultante de dividir la Ical por el Fc
- L: Longitud de la línea

- S: Sección del conductor a utilizar, diferenciando si es la fase, el neutro o el conductor de protección
- ΔV : Caída de tensión de la línea, en tanto por ciento.
- ΔVT : Caída de tensión total, desde el origen de la instalación, en tanto por ciento.
- Diámetro del tubo: diámetro del tubo que protege a los conductores. Se precisa este dato para todas las líneas, aunque hay líneas en las cuales no es necesaria esta protección.

DEMANDA DE POTENCIA

- **Potencia instalada:**
 - C.S Oficina 1 12092'4 W
 - C.S Oficina 2 10580 W
 - C.S Mantenimiento 12017'68 W
 - C.S Auxiliar 1 60636'6 W
 - C.S Auxiliar 2 20393'6 W
 - C.S Cargadores Traspaletas 40896 W
 - C.S Motocompresores 55760'08 W
 - C.S Frio 60000 W
 - * C. Muelles 18000 W
- **Potencia total 283534'36 W**

CALCULO DE LAS LINEAS DE LOS CUADROS

- C.G.D.

Cuadros G. DISTRIBUC	P(W)	I(A)	K	I'(A)	Fc	Ic	CdT (v)	Longitud(m)	COS(Y)	C	V(v)	Sección Final	% AV total
Cabecera													
C.S. Baterias	40896	73,7853644	1	73,7853644	1,12	65,8797896	9,613526786	84,25	0,8	56	400	16	3,00792039
C.S Mantenimiento	12017,6	21,6823894	1	21,6823894	1,12	19,3592762	2,172858531	64,801	0,8	56	400	16	1,14775332
C.S. Oficina 2	10580	19,0886433	1	19,0886433	1,12	17,0434315	0,364277902	12,34	0,8	56	400	16	0,69560817
C.S Oficinas 1	12092	21,8166233	1	21,8166233	1,12	19,4791279	0,518228571	24	0,8	56	400	25	0,73409583
C.S Motocompresores	55760,6	100,604367	1	100,604367	1,12	89,8253276	2,782340143	78,24	0,8	56	400	70	1,30012373
C.Auxiliar 1	60636	109,400659	1	109,400659	1,12	97,6791599	0,078953125	7	0,8	56	400	240	0,62427697
C.S. muelles	18000	32,4759526	1	32,4759526	1,12	28,9963863	0,343928571	10,7	0,8	56	400	25	0,08598214
C.Auxiliar 2	13552	24,4507839	1	24,4507839	1,12	21,8310571	1,46168	84,56	0,8	56	400	35	0,96995869
C.S Frio	60000	108,253175	1	108,253175	1,12	96,654621	3,070790816	80,25	0,8	56	400	70	1,37223639

CALCULO LINEAS DEL C.S. CARGADORES BATERIAS

C.S. Cargadores Baterías	P	I	k	I'	Fc	Ic	CdT	Longitud	COS(Y)	C	V	Sección esco	% AV total
Cabecera													
Cetack 1	5000	8,01875374	1	8,01875374	1,12	7,15960155	0,317460317	4	0,8	56	400	2,5	3,08728547
Cetack 2	5000	8,01875374	1	8,01875374	1,12	7,15960155	0,793650794	10	0,8	56	400	2,5	3,20633309
Cetack 3	5000	8,01875374	1	8,01875374	1,12	7,15960155	0,158730159	2	0,8	56	400	2,5	3,04760293
Cetack 4	5000	8,01875374	1	8,01875374	1,12	7,15960155	0,634920635	8	0,8	56	400	2,5	3,16665055
Cetack 5	5000	8,01875374	1	8,01875374	1,12	7,15960155	0,634920635	8	0,8	56	400	2,5	3,16665055
Cetack 6	5000	8,01875374	1	8,01875374	1,12	7,15960155	0,793650794	10	0,8	56	400	2,5	3,20633309
Cetack 7	5000	8,01875374	1	8,01875374	1,12	7,15960155	0,317460317	4	0,8	56	400	2,5	3,08728547
Alumbrado Sala cargado	864	2,40980982	1,8	4,33765767	1,12	3,87290864	0,385043478	14,35	0,9	56	230	2,5	1,06621956
emergencia	32	0,05132002	1,8	0,09237604	1,12	0,08247861	0,008571429	15	0,9	56	400	2,5	3,01006324
Cetack 8	5000	8,01875374	1	8,01875374	1,12	7,15960155	0,158730159	2	0,8	56	400	2,5	3,04760293

CALCULO LINEAS DEL C.AUXILIAR 1

C.S.Auxiliar 1	Potencia	Intensidad	K	I'	Fc	Ic	CdT	Longitud	COS(Y)	C	V	Seccion esco	% AV total
Cabecera													
Mosquiteros	2000	9,66183575	1	9,66183575	1,49	6,48445352	5,422072093	56,7	0,8	56	230	2,5	1,979795
T.C. Muelles A	5000	24,1545894	1	24,1545894	1,49	16,2111338	13,22048442	55,3	0,8	56	230	2,5	3,92939808
Alumbrado 1	2700	13,0434783	1,8	23,4782609	1,12	20,9627329	9,283362005	63,92	0,9	56	230	2,5	2,94511747
Alumbrado 2	3150	15,2173913	1,8	27,3913043	1,12	24,4565217	9,348499488	55,173	0,9	56	230	2,5	2,96140184
Alumbrado 3	2700	13,0434783	1,8	23,4782609	1,12	20,9627329	8,767781043	60,37	0,9	56	230	2,5	2,81622223
Alumbrado 4	3600	17,3913043	1,8	31,3043478	1,12	27,9503106	10,79089169	89,16	0,9	56	230	4	3,32199989
Alumbrado 5	4050	19,5652174	1,8	35,2173913	1,12	31,4440994	11,11993764	81,67	0,9	56	230	4	3,40426138
Alumbrado 6	4050	19,5652174	1,8	35,2173913	1,12	31,4440994	11,60329479	85,22	0,9	56	230	4	3,52510067
Alumbrado 7	3600	17,3913043	1,8	31,3043478	1,12	27,9503106	12,9391457	106,91	0,9	56	230	4	3,8590634
Alumbrado 8	3150	15,2173913	1,8	27,3913043	1,12	24,4565217	11,28045155	106,52	0,9	56	230	4	3,44438986
Alumbrado 9	3600	17,3913043	1,8	31,3043478	1,12	27,9503106	13,3687965	110,46	0,9	56	230	4	3,9664761
T.C. Máquina Limpieza	3500	16,9082126	1	16,9082126	1,49	11,3477937	2,103563155	12,57	0,8	56	230	2,5	1,15016776
Alumbrado Antecámara	2700	13,0434783	1,8	23,4782609	1,49	15,7572221	7,665454422	52,78	0,9	56	230	2,5	2,00234575
emergancia antecamara	40	0,19323671	1,8	0,34782609	1,49	0,23344033	0,102675111	47,72	0,9	56	230	2,5	0,99562747
T.C. Cámara	10000	48,3091787	1	48,3091787	1,49	32,4222676	13,94127575	116,63	0,8	56	230	10	4,10959591
Alumbrado emergencia	1072	5,17874396	1,8	9,32173913	1,49	6,25620076	5,318863381	92,24	0,9	56	230	2,5	1,95399282
Alumbrado Exterior	4480	21,6425121	1,8	38,9565217	1	38,9565217	4,090049716	67,89	0,9	56	230	10	1,6467894
emergancia camara devol	32	0,15458937	1,8	0,27826087	1,49	0,18675226	0,025819391	15	0,9	56	230	2,5	0,63073182
alum camar devol	972	4,69565217	1,8	8,45217391	1,49	5,67259994	1,097969599	21	0,9	56	230	2,5	0,89876937
emergancia pasillo	24	0,11594203	1,8	0,20869565	1,49	0,1400642	0,074334026	57,58	0,9	56	230	2,5	0,64286048
Alumbrado Pasillos	216	1,04347826	1,8	1,87826087	1,49	1,26057776	0,646349723	55,63	0,9	56	230	2,5	0,7858644

CALCULO LINEAS DEL C.AUXILIAR 2

C.S.Auxiliar 2	Potencia	Intensidad	K	I'	Fc	Ic	CdT	Longitud	COS(Y)	C	V	Seccion esco	% AV total
Cabecera													
Alumbrado Sobrecámara													
Alumbrado 1	972	4,69565217	1,8	8,45217391	0,8	10,5652174	5,549452058	106,14	0,9	56	230	2,5	2,35732171
Alumbrado 2	972	4,69565217	1,8	8,45217391	0,8	10,5652174	4,741503286	90,687	0,9	56	230	2,5	2,15533451
Alumbrado 3	648	3,13043478	1,8	5,63478261	0,8	7,04347826	3,430823863	98,428	0,9	56	230	2,5	1,82766466
Alumbrado 4	648	3,13043478	1,8	5,63478261	0,8	7,04347826	2,604105039	74,71	0,9	56	230	2,5	1,62098495
Alumbrado 5	972	4,69565217	1,8	8,45217391	0,8	10,5652174	4,306132198	82,36	0,9	56	230	2,5	2,04649174
Alumbrado 6	972	4,69565217	1,8	8,45217391	0,8	10,5652174	3,895177863	74,5	0,9	56	230	2,5	1,94375316
Alumbrado 7	648	3,13043478	1,8	5,63478261	0,8	7,04347826	1,80415576	51,76	0,9	56	230	2,5	1,42099763
Alumbrado 8	972	4,69565217	1,8	8,45217391	0,8	10,5652174	3,111959549	59,52	0,9	56	230	2,5	1,74794858
Alumbrado 9	648	3,13043478	1,8	5,63478261	0,8	7,04347826	1,592927323	45,7	0,9	56	230	2,5	1,36819052
Alumbrado emergencia	1100	5,31400966	1,8	9,56521739	0,8	11,9565217	6,27491885	106,05	0,9	56	230	2,5	2,5386884
T.C. Sobrecámara 16A	5000	24,1545894	1	24,1545894	0,8	30,1932367	11,51114512	115,56	0,8	56	230	6	3,84774497

CALCULO LINEAS DEL C.S. FRIO

C.S FRIO	Potencia	Intensidad	k	I'	Fc	Ic	Cdt	Longitud	COS(Y)	C	V	Seccion esco	% AV
Cabecera													
FRIO 1	15000	24,0562612	1,25	30,0703265	0,8	37,5879082	0,441468254	4,45	0,8	56	400	6	1,48260346
FRIO 2	15000	24,0562612	1,25	30,0703265	0,8	37,5879082	0,650793651	6,56	0,8	56	400	6	1,53493481
FRIO 3	15000	24,0562612	1,25	30,0703265	0,8	37,5879082	0,650793651	6,56	0,8	56	400	6	1,53493481
FRIO 4	15000	24,0562612	1,25	30,0703265	0,8	37,5879082	0,948412698	9,56	0,8	56	400	6	1,60933957

CALCULO LINEAS DEL C.S. MANTENIMIENTO

C.S. Mantenimiento	Potencia	Intensidad	K	I'	Fc	Ic	CdT	Longitud	COS(Y)	C	V	Seccion esco	% AV total
Cabecera													
Climatizacion	2000	9,66183575	1,25	12,0772947	0,8	15,0966184	1,235505669	12,92	0,8	56	230	2,5	1,45662974
T.C. Banco de trabajo	3680	17,7777778	1	17,7777778	0,8	22,2222222	0,703817471	4	0,8	56	230	2,5	1,32370769
Alumbrado Manteni	324	1,56521739	1,8	2,8173913	0,8	3,52173913	0,174280889	10	0,9	56	230	2,5	1,19132355
T.C. CARGADORES	5000	24,1545894	1	24,1545894	0,8	30,1932367	3,436608745	23	0,8	56	230	4	2,00690551
Alumbrado emergencia	13,6	0,06570048	1,8	0,11826087	0,8	0,14782609	0,008047044	11	0,9	56	230	2,5	1,14976508
Enchufe mesa	1000	4,83091787	1	4,83091787	0,8	6,03864734	0,095627374	2	0,8	56	230	2,5	1,17166017

CALCULO LINEAS DEL C.S. OFICINAS 1

C.S oficinas 1	Potencia	Intensidad	k	I'	Fc	Ic	Cdt	Longitud	COS(Y)	C	V	Seccion esco	% AV
Cabecera													
T.C 16 A	7000	33,8164251	1	33,8164251	0,8	42,2705314	2,560422933	18,36	0,8	56	230	6	1,37420157
Alumbrado recepcion	432	2,08695652	1,8	3,75652174	0,8	4,69565217	0,311846604	13,42	0,9	56	230	2,5	0,81205748
Alumbrado vest y baños	1620	7,82608696	1,8	14,0869565	0,8	17,6086957	2,225566949	25,54	0,9	56	230	2,5	1,29048757
T.C. Vestuarios	2944	14,2222222	1	14,2222222	0,8	17,7777778	3,500788101	24,87	0,8	56	230	2,5	1,60929286
emergencia recepcion	32	0,15458937	1,8	0,27826087	0,8	0,34782609	0,015285079	8,88	0,9	56	230	2,5	0,69942944
Emergencia vestuarios	64	0,30917874	1,8	0,55652174	0,8	0,69565217	0,080659777	23,43	0,9	56	230	2,5	0,75426078

CALCULO LINEAS DEL C.S. OFICINAS 2

C.S. Oficina 2	Potencia	Intensidad	k	I'	Fc	Ic	Cdt	Longitud	COS(Y)	C	V	Seccion esco	% AV
Cabecera													
T.C. 16 A	7500	36,2318841	1	36,2318841	0,9	40,257649	3,503846742	23,45	0,8	56	230	6	1,57156985
Alumbrado	3000	14,4927536	1,8	26,0869565	0,9	28,9855072	1,878965831	18,63	0,9	56	230	4	1,16534962
Emergencia	80	0,38647343	1,8	0,69565217	0,9	0,77294686	0,056544466	13,14	0,9	56	230	2,5	0,70974428

CALCULO LINEAS DEL C.S. MOTOCOMPRESORES

C.S. Motocompresor	Potencia	Intensidad	k	I'	Fc	Ic	Cdt	Longitud	COS(Y)	C	V	Seccion esco	% AV
Cabecera													
Motocompresor 1	12500	20,0468843	1,25	25,0586054	0,8	31,3232568	1,937624008	12,5	0,8	56	400	4	1,78452973
Motocompresor 2	12500	20,0468843	1,25	25,0586054	0,8	31,3232568	0,930059524	7,5	0,8	56	400	4	1,53263861
Motocompresor 3	12500	20,0468843	1,25	25,0586054	0,8	31,3232568	1,178075397	9,5	0,8	56	400	4	1,59464258
Motocompresor 4	12500	20,0468843	1,25	25,0586054	0,8	31,3232568	1,178075397	9,5	0,8	56	400	4	1,59464258
Emergencia	4,6	0,02222222	1,8	0,04	0,8	0,05	0,003711537	15	0,9	56	230	2,5	1,30105161
Alumbrado Sala compres	756	3,65217391	1,8	6,57391304	0,8	8,2173913	0,827543753	20,35	0,9	56	230	2,5	1,50700966
T.C 16	5000	24,1545894	1	24,1545894	0,8	30,1932367	3,107889648	13	0,8	56	230	2,5	2,07709614

CALCULO LINEAS DEL C.S. MUELLES

C.S. Muelles	Potencia	Intensidad	K	I'	Fc	Ic	CdT	Longitud	COS(Y)	C	V	Sección esco	% AV total
Cabecera													
MUELLE1	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	0,306201839	7,92	0,9	56	400	4	0,1625326
MUELLE 2	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	0,538172929	13,92	0,9	56	400	4	0,22052538
MUELLE 3	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	0,886129565	22,92	0,9	56	400	4	0,30751453
MUELLE 4	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	0,909326674	23,52	0,9	56	400	4	0,31331381
MUELLE 5	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	1,257283309	32,52	0,9	56	400	4	0,40030297
MUELLE 6	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	1,282800129	33,18	0,9	56	400	4	0,40668218
MUELLE 7	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	1,630756765	42,18	0,9	56	400	4	0,49367133
MUELLE 8	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	1,658593296	42,9	0,9	56	400	4	0,50063047
MUELLE 9	2000	5,55555556	1,25	6,94444444	0,75	9,25925926	2,006549931	51,9	0,9	56	400	4	0,58761963

2.4 CANALIZACIONES

2.4.1 INTRODUCCIÓN

A continuación vamos a calcular las canalizaciones correspondientes para los conductores que tenemos en cada uno de los circuitos que componen la instalación de la nave.

Dichos tubos deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables y conductores aislados. En nuestro caso pueden ser rígidos o flexibles, según la situación a la que sean destinados, siendo en superficie o empotrados.

Los diámetros exteriores mínimos de los tubos los calcularemos en función del número y de la sección de los conductores o cables a conducir tal como nos dice la ITC-BT-21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

2.4.2 DIÁMETROS DE LAS CANALIZACIONES

C.G.D.

	Montaje	Distribución	Bandeja
C.S. Baterías	Superficie	3F+N	Bandeja Pensaband 100x500
C.S Mantenimiento	Superficie	3F+N	Bandeja Pensaband 100x500
C.S. Oficina 2	Superficie	3F+N	Bandeja Pensaband 100x500
C.S Oficinas 1	Superficie	3F+N	Bandeja Pensaband 100x500
C.S Motocompresores	Superficie	3F+N	Bandeja Pensaband 100x500
C.Auxiliar 1	Superficie	3F+N	Bandeja Pensaband 100x500
C.S. muelles	Superficie	3F+N	Bandeja Pensaband 100x500
C.Auxiliar 2	Superficie	3F+N	Bandeja Pensaband 100x500
C.S Frio	Superficie	3F+N	Bandeja Pensaband 100x500

C.S. Baterías

	Montaje	Distribución	Sección	Diametro tubo
Cetack 1	Superficie	3F+N	2,5	20
Cetack 2	Superficie	3F+N	2,5	20
Cetack 3	Superficie	3F+N	2,5	20
Cetack 4	Superficie	3F+N	2,5	20
Cetack 5	Superficie	3F+N	2,5	20
Cetack 6	Superficie	3F+N	2,5	20
Cetack 7	Superficie	3F+N	2,5	20
Alumbrado Sala cargado	Superficie	3F+N	2,5	20
emergencia	Superficie	F+N	2,5	16
Cetack 8	Superficie	3F+N	2,5	20

C.Auxiliar 1

	Montaje	Distribución	Sección	Bandeja/tubo	Diametro tubo
Mosquiteros	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	20
T.C. Muelles A	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	20
Alumbrado 1	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	20
Alumbrado 2	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	20
Alumbrado 3	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	20
Alumbrado 4	Superficie	3F+N	4	Band/tubo	20
Alumbrado 5	Superficie	3F+N	4	Band/tubo	20
Alumbrado 6	Superficie	3F+N	4	Band/tubo	20
Alumbrado 7	Superficie	3F+N	4	Band/tubo	20
Alumbrado 8	Superficie	3F+N	4	Band/tubo	20
Alumbrado 9	Superficie	3F+N	4	Band/tubo	20
T.C. Máquina Limpieza	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	20
Alumbrado Antecámara	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	20
emergencia antecámara	Superficie	F+N	2,5	Band/tubo	16
T.C. Cámara	Superficie	3F+N	10	Band/tubo	25
Alumbrado emergencia	Superficie	F+N	2,5	Band/tubo	16
Alumbrado Exterior	Superficie	3F+N	10	Band/tubo	25
emergencia cámara devol	Superficie	F+N	2,5	Band/tubo	16
alum camar devol	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	16

emergencia pasillo	Superficie	F+N	2,5	Band/tubo	16
Alumbrado Pasillos	Superficie	F+N	2,5	Band/tubo	16

C.S. Mantenimiento

	Montaje	Distribución	Sección	Bandeja/tubo	Diámetro tubo
Climatizacion	Superficie	F+N	2,5	tubo	16
T.C. Banco de trabajo	Superficie	3F+N	2,5	tubo	20
Alumbrado Manteni	Superficie	F+N	2,5	tubo	16
T.C. CARGADORES	Superficie	3F+N	4	tubo	20
Alumbrado emergencia	Superficie	F+N	2,5	tubo	16
Enchufe mesa	Superficie	3F+N	2,5	tubo	20

C.S. Oficina 1

	Montaje	Distribución	Sección	Bandeja/tubo	Diámetro tubo
T.C	Superficie	F+N	6	tubo	25
Alumbrado recepcion	Superficie	3F+N	2,5	tubo	20
Alumbrado vest y baños	Superficie	3F+N	2,5	tubo	20
T.C. Vestuarios	Superficie	F+N	2,5	tubo	16
emergencia recepcion	Superficie	F+N	2,5	tubo	16
Emergencia vestuarios	Superficie	3F+N	2,5	tubo	20

C.S. Oficinas 2

	Montaje	Distribución	Sección	Bandeja/tubo	Diámetro tubo
T.C. 16 A	Superficie	3F+N	6	tubo	25
Alumbrado	Superficie	3F+N	4	tubo	20
Emergencia	Superficie	F+N	2,5	tubo	16

C.S. Motocompresores

	Montaje	Distribución	Sección	Bandeja/tubo	Diámetro tubo
Motocompresor 1	Superficie	3F+N	4	tubo	20
Motocompresor 2	Superficie	3F+N	4	tubo	20
Motocompresor 3	Superficie	3F+N	4	tubo	20
Motocompresor 4	Superficie	3F+N	4	tubo	20
Emergencia	Superficie	F+N	2,5	tubo	16
Alumbrado Sala compres	Superficie	3F+N	2,5	tubo	20
T.C	Superficie	F+N	2,5	tubo	16

C.S. Frio

	Montaje	Distribución	Sección	Bandeja/tubo	Diámetro tubo
FRIO 1	Superficie	3F+N	6	tubo	25
FRIO 2	Superficie	3F+N	6	tubo	25
FRIO 3	Superficie	3F+N	6	tubo	25
FRIO 4	Superficie	3F+N	6	tubo	25

C.Auxiliar 2

	Montaje	Distribución	Sección	Bandeja/tubo	Diámetro tubo
Alumbrado 1	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	20
Alumbrado 2	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	20
Alumbrado 3	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	20
Alumbrado 4	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	20
Alumbrado 5	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	20
Alumbrado 6	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	20
Alumbrado 7	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	20
Alumbrado 8	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	20
Alumbrado 9	Superficie	3F+N	2,5	Band/tubo	20
Alumbrado emergencia	Superficie	F+N	2,5	Band/tubo	20
T.C. Sobrecámara	Superficie	3F+N	6	Band/tubo	25

C.S. Muelles

	Montaje	Distribución	Sección	Bandeja/tubo	Diámetro tubo
MUELLE1	Superficie	3F+N	4	Band/tubo	20
MUELLE 2	Superficie	3F+N	4	Band/tubo	20
MUELLE 3	Superficie	3F+N	4	Band/tubo	20
MUELLE 4	Superficie	3F+N	4	Band/tubo	20
MUELLE 5	Superficie	3F+N	4	Band/tubo	20
MUELLE 6	Superficie	3F+N	4	Band/tubo	20
MUELLE 7	Superficie	3F+N	4	Band/tubo	20
MUELLE 8	Superficie	3F+N	4	Band/tubo	20
MUELLE 9	Superficie	3F+N	4	Band/tubo	20

2.5 PROTECCIONES DE BAJA TENSION

Para la elección de las protecciones se deben obtener tres datos con los cuales la protección queda perfectamente definida. Estos son el calibre, el poder de corte, y la curva de disparo.

Para la elección del calibre bastará con conocer la intensidad que va a circular por el conductor, y la intensidad máxima admisible del conductor en régimen permanente.

De este modo el calibre será tal que se cumpla:

$$I_{cal} \leq I_n \leq I_{max.adm}$$

Donde:

- I_{cal} es la intensidad que circulara por el conductor
- I_n es el calibre de la protección
- I_{max.adm} es la intensidad máxima admisible del conductor

Para la elección del poder de corte y de la curva de disparo será necesario calcular la intensidad de cortocircuito máxima y mini que podrá presentarse en el punto de la instalación.

A continuación se explica cual es el procedimiento de cálculo a seguir.

2.5.1 Cálculos de las corrientes de cortocircuito.

Este cálculo es fundamental para la elección de los poderes de corte de los diferentes elementos de protección que se van a utilizar. Los elementos de protección deben de aguantar y cortar cualquier cortocircuito que se produzca sin quemarse. La mayor corriente de cortocircuito se produce lo mas aguas arriba posible, mientras que es obvio que va disminuyendo hacia aguas abajo ya que se va incrementando la resistencia. También repercute en el precio de los elementos por lo que hay que calcular los cortocircuitos en todos los puntos.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito será necesario conocer la impedancia de cortocircuito de cada parte de la instalación. De este modo para cada una de estas partes su impedancia se calculará de la siguiente manera:

2.5.1.1 Impedancia de la red

A partir de la potencia de cortocircuito de la red, dato que nos facilita la compañía suministradora, se puede calcular la impedancia en cortocircuito que posee la red. En instalaciones de 30 KV, se cumple la siguiente relación:

$$Z_{red} = \frac{U^2}{S_{cc}} \qquad Z_{red} = \sqrt{Z_{red}^2 + X_{red}^2}$$

Donde simplificando se llega a la conclusión:

$$Z_{red} \approx X_{red} \Rightarrow Z_{red} = X_{red} * j$$

Para realizar los cálculos, deberemos referir este valor al lado de baja del transformador,

multiplicándolo para ello por la inversa de la relación de transformación elevada al cuadrado.

$$Z_{red.BT} = Z_{red.AT} * \left(\frac{30000}{400}\right)^2$$

2.5.1.2 Impedancia del transformador

La impedancia del trafo se obtiene a partir de la tensión de cortocircuito del aparato, la cual viene reflejada en su placa de características. En un transformador la parte resistiva es mucho menor que la inductiva, por lo que se puede despreciar la primera frente a la segunda.

$$Z_t = U_{cc} * \frac{U^2}{S_n} j$$

Donde:

- U_{cc} es la tensión de cortocircuito del transformador
- U es la tensión compuesta
- S_n es la potencia nominal del trafo

2.5.1.3. Impedancia de las líneas

Esta es función de la longitud, la sección y el material del que está constituido el conductor. En baja tensión, para conductores con sección menor de 150 mm^2 , es despreciable la parte inductiva, por lo que aproximaremos la impedancia de la línea a la parte resistiva de esta.

$$Z_l \approx R_l = \rho * \frac{L}{s}$$

2.5.1.4 Intensidad máxima de cortocircuito

La intensidad máxima de cortocircuito se produce cuando se da un cortocircuito trifásico. Esta se calcula como:

$$I_{ccmax} = \frac{c * U_n}{\sqrt{3} * |Z_{cc}|}$$

El valor de “c” en baja tensión para un cortocircuito trifásico es 1.

Con este valor de intensidad máxima de cortocircuito se establece el poder de corte.

2.5.1.5 Intensidad mínima de cortocircuito

Esta se producirá cuando se dé un cortocircuito entre fase y tierra, y será tanto mayor cuanto más alejado se produzca del interruptor, es decir, al final de la línea que protege. Su valor será:

$$I_{cc.min} = \frac{c * U_n * \sqrt{3}}{|2 * Z_d + Z_0|}$$

Para el cálculo de esta corriente, se deberá considerar la impedancia de la líneas como la que tendrían en condiciones normales, este es a 20°C , multiplicado por $(1 + \alpha \Delta T)$, donde α es igual a 0,004 y ΔT será 230 si se trata de aislamiento de XLPE o bien 140 si el aislamiento es PVC.

Por otro lado el valor de “c” en este caso es 0,95.

Z_0 es la impedancia homopolar, que será igual a la suma de impedancias homopolares, siendo estas 0 para la red de alta tensión, Z_t para el trafo, $3 * Z_l$ para las líneas y $3 * Z_{ap}$ para la Aparamenta.

Con esta intensidad de cortocircuito mínima se elegirá la curva de disparo, debiendo cumplirse lo siguiente:

$$I_{ccmin} \geq 5 * I_n \text{ Curva B}$$

$$I_{ccmin} \geq 10 * I_n \text{ Curva C}$$

$$I_{ccmin} \geq 20 * I_n \text{ Curva D}$$

2.5.2 Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador

En primer lugar se calcula la impedancia aguas arriba del transformador. La potencia de

cortocircuito que proporciona la red es $S_{cc} = 500 \text{ MVA}$. (Dato obtenido de la compañía suministradora, en nuestro caso IBERDROLA S.A.). Despreciando la resistencia R frente a la reactancia X , se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevadas al secundario del transformador.

$$Z = X = \frac{U^2}{S_{cc}} = \frac{400^2}{500 \cdot 10^6} = 0,32 \text{ m}\Omega$$

Donde:

- U_s = tensión en vacío del secundario en voltios.
- S_{cc} = potencia de cortocircuito en VA.
- Z, X = impedancia o reactancia aguas arriba

En segundo lugar se calculara la impedancia del transformador, considerando despreciable la impedancia de la Aparamenta de alta tensión; también se desprecia la resistencia del transformador frente a la impedancia. Como el transformador es de 630 KVA, el valor de U_{cc} es 4,5 %.

$$\begin{aligned} I_{cc \text{ max}} &= I_n / U_{cc}(\text{pu}) & 20207,1111 \text{ A} \\ I_n = I_l &= S / (1,73 \cdot V_l) & 6300000 / (1,73 \cdot 400) = & 909'32 \text{ A} \end{aligned}$$

$$Z_t = V_l / (1,73 \cdot I_{cc \text{ max}}) = 0'01142 \text{ j ohmios}$$

Entonces, con estos datos se puede calcular la intensidad de cortocircuito en el C.G.B.T.:

$$R = L / (C_x S_{cc}) = 0'000145 \text{ oh}$$

$$X_{tcc} = Z_t + X_t = 0.01142 + 0.00032 = 11.74 \text{ mohmios}$$

$$Z_{tcc} = Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2} = 0'01175$$

$$I_{cc} = V_l / (1.73 \cdot Z_{tcc}) = 19'67 \text{ kA}$$

2.5.3 Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el C.G.D.

Se parte de los datos obtenidos en el secundario del transformador en los que tenemos

una impedancia $Z_t = 11,74 \text{ m}\Omega$ inductiva.

Una vez hecho esto se calculan los valores de la resistencia, la reactancia y la impedancia, desde la acometida hasta el Cuadro General de Distribución:

- Impedancia de Red = $0,32 \text{ m}\Omega$
- Impedancia de Transformador = $11,74 \text{ m}\Omega$ (directa)(inductiva)
- IGA = $0,15 \text{ m}\Omega$ (inductiva)
- Línea subterránea = (23 m) $9,375 \text{ m}\Omega$

Cálculo:

$$R_t = 0,57 + 0,145 \text{ mohm}$$

$$X_t = 0,32 + 11,42 + 0,3 = 12,04 \text{ jmohm}$$

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2} = 12,06 \text{ mohm}$$

$$ICC = U_s / (1,73 * Z_t) = 19,14 \text{ kA}$$

TABLA RESUMEN SIGUIENTE PÁGINA

Cuadro Auxiliares		
C.S Cargadores Baterías	C.S Auxiliar 1	C.S. Mantenimiento
R 94,73 mΩ	R 1,23 mΩ	R 72,32 mΩ
X 0,6	X 0,6	X 0,6
Xt 12,64	Xt 12,64	Xt 12,64
Zt 95,5695689	Zt 12,6997047	Zt 73,4162925
Icc 2,41932527 KA	Icc 18,2062401 KA	Icc 3,14935371 KA
C.S. Motocompresores	C.S Frio	C.S.Oficina1
R 19,95 mΩ	R 20,54 mΩ	R 17,92 mΩ
X 0,6	X 0,6	X 0,6
Xt 12,64	Xt 12,64	Xt 12,64
Zt 23,6171992	Zt 24,1176533	Zt 21,9293411
Icc 9,79006319 KA	Icc 9,5869142 KA	Icc 10,5435851 KA
C.S. oficina 2	C.S Auxiliar 2	C.S Muelles
R 14,48 mΩ	R 43,83 mΩ	R 8,35 mΩ
X 0,6	X 0,6	X 0,6
Xt 12,64	Xt 12,64	Xt 12,64
Zt 19,220822	Zt 45,6162087	Zt 15,1489967
Icc 12,0293436	Icc 5,06867798 KA	Icc 15,2626526 KA

2.6 FACTOR DE POTENCIA

A continuación se calculará el factor de potencia y las baterías de condensadores necesarias para poder tener en la instalación un $\cos(\varphi)$ cercano a 1. Colocaremos una batería de condensadores por cada cuadro general de distribución, como sólo tenemos un cuadro general no hace falta separar nuestra instalación. Para ello se parte de los siguientes datos conocidos de la instalación:

Potencia: 283584'36 W

$\cos\varphi = 0,9$

Se desea obtener un $\cos(\varphi)=0,99$, para ello será necesaria una batería de condensadores con la siguiente potencia reactiva:

$Q=P(\tan(\varphi,\text{inicial})-\tan(\varphi,\text{deseada}))$

$Q=283534'36 \times (0,4843-0,1425)=96.912 \text{ KVar}$

Esa potencia será la que tenga que suministrar la batería de condensadores en la parte correspondiente al cuadro general de baja tensión. Elegiremos la batería de condensador siguiente:

Rectimat 2 estandar 400V con
interruptor automático 10+15+30+45 100 KVar

2.6.1 Cálculo de las secciones.

- Cálculo de los conductores de unión a las baterías de condensadores

$$Q= \sqrt{3} \times V \times I_n \times \text{Sen}(\varphi)$$

Siendo:

- $\text{Sen}(\varphi)=1$, el de la bacteria de condensadores
- $V= 400 \text{ V}$
- $Q= \text{Potencia de la batería de condensadores (Var)}$

Despejando I_n para las baterías de condensadores nos sale una corriente de 139'88 A.

El valor de la intensidad consumida debe ser multiplicado por un coeficiente de seguridad especificado por el RBT en la ITC-BT 48, a fin de tener en cuenta los armónicos y las tolerancias sobre las capacidades, en este caso 1,8

$$I_n = 139'88 \times 1,8 = 251'78 \text{ A}$$

Mirando en la tabla 19,2 ITC-BT 19 y eligiendo un montaje de conductores aislados en tubos en montaje superficial y con aislamiento de XLPE, seleccionamos una sección (con el neutro de la misma sección) para los conductores de unión de la batería de condensadores.

La sección será de $1 \times 120 \text{ mm}^2$

- Cálculo de las intensidades de cortocircuito en las baterías de condensadores:

Para elegir el poder de corte de la protección de las baterías de condensadores, simplemente miraremos en los cálculos de las ICC calculadas anteriormente en los cuadros generales de distribución y determinaremos que en el C.G.B.T. 23686'16 KA

Línea	I_n' (A)	S_{fase} (mm^2)	S_{neutro} (mm^2)	$S_{\text{c.prot}}$ (mm^2)
Bat. Cond.	251'78	1x120	1x70	1x70

2.7. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

2.7.1 Introducción

Según la ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y tal como está explicado en la memoria del presente proyecto, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 Voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos.

Con el objetivo de hacer más segura la instalación y aunque la nave industrial no sea un local especialmente húmedo, a la hora de calcular la puesta a tierra se ha de tener cuenta el valor de 24 voltios. Por tanto, la instalación estará protegida para que en caso de que cualquier masa pueda ponerse en tensión, esta no supere el valor de 24 voltios.

La resistividad del terreno según la tabla 14.3 de la ITC-BT 18, para margas y arcillas compactas, entre 100 y 200 Ωm .

$\rho = 150 \Omega\text{m}$.

2.7.2 Instalación de puesta a tierra.

El electrodo está formado por un conductor de cobre de 268'61 metros de longitud, situadas alrededor de la nave y 8 picas de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro.

Cada cuadro se conectara de la forma más rápida a la tierra. Es decir, la conexión se producirá en el sitio más cercano a los cuadros.

Según se explica en la memoria, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos.

Entre los dos valores enunciados elegiremos el de 50 Voltios, ya que se trata de una nave con ambiente seco y será por esto por lo que se toman las siguientes medidas para dicho fin:

- Tensión máxima de contacto: 50 V.
- Corriente máxima de disparo del interruptor diferencial: 500 mA.
- Resistividad del terreno: $150 \Omega \times m$, según la Tabla 18.3, ITC-BT 18, el suelo formado por margas y arcillas compactas varía de 100 a $200 \Omega \times m$, por lo que hemos elegido el valor medio.
- Valor máximo de la resistencia de tierra será:

Resistencia de tierra:

Primero hallamos la resistencia de las picas:

Según la tabla 5 de la instrucción ITC BT 18 tenemos que

$$R = \frac{\rho}{N \cdot L} = \frac{150}{8 \cdot 2} = 9'375 \Omega$$

L = longitud de la pica = 2 m .

ρ = Resistividad del terreno.

N = numero de picas.

En nuestro caso se colocarán 8 picas situadas conforme a la ITC BT 18 situadas en los vértices del perímetro formado por el conductor enterrado en los cimientos del edificio, como se puede observar en los planos adjuntos al proyecto.

Resistencia de tierra del conductor de Cu enterrado

El conductor irá enterrado a una profundidad mínima de 50 cm (ITC BT 18). Por la tabla 5 se tiene que:

$$R_{conductor} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 150}{268} = 1'119\Omega$$

L= longitud del conductor en metros 268 m

Resistencia a tierra total de la instalación

$$R_{total} = 10'49\Omega$$

Un sistema de protección contra contactos indirectos tiene por objeto conseguir que en ninguna masa de la instalación aparezca una tensión de contacto superior a la tensión límite de seguridad: 50 y 24 V en los locales secos y húmedos, respectivamente.

Comprobamos, sabiendo que la intensidad de defecto máxima sería 500 mA (Sensibilidad del diferencial), si la tensión es menor que la máxima permitida:

$$V = I \times R_{total} = 0.5 \times 10'5 = 15'24 \text{ v} < 24 \text{ v}$$

Elegiremos un conductor de cobre desnudo de 50mm².

Por lo tanto, damos por buena la instalación de puesta a tierra calculada.

Punto de puesta a tierra

El dispositivo que mide la puesta a tierra se colocará sobre el conductor de puesta a tierra y en un lugar accesible, tal y como dice la ITC-BT 18.

2.8 CENTRO DE TRANSFORMACION

2.8.1 Intensidad alta tensión

La intensidad nominal de la instalación en el primario, I_p , a 30 KV vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I_p = S / (1,73 \times U) = 630 / (1,73 \times 13,2) = 27,55 \text{ A}$$

Siendo:

S: Potencia del transformador en KVA

U: Tension compuesta primaria en KV = 13,2

I_p : Intensidad primari en Amperios

Emplearemos 3 conductores de aluminio de 50mm² de sección del tipo VULPREN HEPRZ1 Al H-16 con un aislamiento de etileno-propileno de alto módulo 105°C (HEPR) con una cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos y de la marca General Cable.

2.8.2 Intensidad baja tensión

La intensidad máxima que va a circular en baja tensión suponiendo el transformador funcionando a plena carga, vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{630 - 1,3 - 9,375}{\sqrt{3} \times 0,4} = 893,918 \text{ A}$$

Siendo: S: Potencia del transformador en KVA

W_{fe} : Perdidas en el hierro

W_{cu} : Perdidas en los arrollamientos

U: Tension compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0,4 KV

I_s = Intensidad secundaria en Amperios

2.8.3 Intensidad de cortocircuito

2.8.3.1 Observaciones

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

2.8.3.2 Corriente de cortocircuito en el lado de A.T

La intensidad de cortocircuito en el lado de alta tensión vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I_{ccp} = S_{cc} / (1.73 \times U) = 21'895 \text{ kA}$$

Siendo:

- S_{cc} : Potencia de cortocircuito de la red en MVA suministrado por la compañía eléctrica
- U : Tensión primaria en KV
- I_{ccp} : Intensidad de cortocircuito primaria en KA

2.8.3.3 Corriente de cortocircuito en el lado de B.T.

La intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión) vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times \frac{U_{cc}}{100} \times U_s} = \frac{630}{\sqrt{3} \times \frac{4,5}{100} \times 0,4} = 20,207 \text{ KA}$$

Siendo:- S : Potencia del transformador en KVA.

- U_{cc} : Tensión porcentual de cortocircuito del transformador, según la tabla de características de los transformadores que aparece en la norma UNE 20135, en este caso 4,5 %

- Us: Tension secundaria en carga en voltios.
- Iccs: Intensidad de cortocircuito secundaria en KA.

El poder de corte para los elementos de protección del cuadro general de baja tensión no será inferior a 25 KA.

2.8.4. Selección de las protecciones de alta y baja tensión.

2.8.4.1 Protecciones alta tensión

No se instalarán fusibles de alta tensión al utilizar como interruptor de protección un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan.

2.8.4.2 Protecciones baja tensión

La salida de Baja Tensión del transformador se protegerá mediante un interruptor automático.

La intensidad nominal y el poder de corte de dicho interruptor serán como mínimo iguales a los valores de intensidad nominal de Baja Tensión e intensidad máxima de cortocircuito de Baja Tensión indicados en los apartados 2.7.2 y 2.7.3. respectivamente.

2.8.5 Dimensionado de la ventilación del centro de transformación

La ventilación del Centro de Transformador va a ser natural, por circulación de aire. Para ello, se dispondrá de unas rejillas de entrada de aire y otras de salida según lo especificado en la MIE-RAT 014.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire utilizaremos la siguiente expresión:

$$Sr = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \times K \times \sqrt{h \times \Delta t^a}} =$$

Siendo:

- Wcu: Pérdidas en cortocircuito del transformador en KW
- Wfe: Pérdidas en vacío del transformador en KW.
- h: Distancia vertical entre centros de rejillas = 2 m.

- Δt : Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, considerándose en este caso un valor de 15°C .
- K: Coeficiente en función de la reja de entrada de aire, considerándose su valor como 0.6
- S_r : Superficie mínima de la reja de entrada de ventilación del transformador

Se dispondrá de 1 rejillas de ventilación para la entrada de aire situada en la parte lateral inferior, de dimensiones 960 X 700 mm, consiguiendo así una superficie total de ventilación de $1,34 \text{ m}^2$. Para la evacuación del aire se dispondrá de una rejilla posterior superior de 1300 X 350 mm y 2 rejillas laterales superiores de 960 X 350 mm cada una consiguiendo una superficie total de evacuación de $1,13 \text{ m}^2$. Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura, siendo la distancia medida verticalmente de separación entre los puntos medios de dichas rejillas de 2 m, tal como ya se ha tenido en cuenta en el cálculo anterior.

2.8.6 Dimensionado del pozo apagafuegos

Los transformadores llevarán su circuito magnético y bobinados sumergidos en un líquido aislante, que será aceite mineral, el cual cumple dos funciones: aislamiento entre partes con tensión y refrigeración. Cuando se utilizan aparatos o transformadores que contienen más de 50 litros de aceite mineral, se debe disponer de un foso de recogida de aceite de capacidad adecuada, con revestimiento estanco y con dispositivo cortafuegos.

Bajo la zona destinada a la colocación del transformador se dispone el correspondiente foso de recogida de líquido dieléctrico para el caso de que se produjera un vaciamiento total. La losa sobre la que se asienta el transformador tiene la pendiente adecuada para la canalización del líquido dieléctrico hacia un colector, en el que se sitúa, sobre una rejilla metálica, un lecho de guijarros cuya función es la de evitar la propagación de incendios. La capacidad unitaria del foso de recogida de líquido dieléctrico es de 600 litros, suficiente para recoger la totalidad del contenido de líquido dieléctrico en caso de vaciamiento total y que es 300 litros.

2.8.7 Puesta a tierra del Centro de transformación

2.8.7.1 Investigación de las características del suelo

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial = 150 Ω m.

Tensión de red = 13'2 KV.

Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del centro de transformación = 6 KV

Características del centro de transformación:

- La caseta tiene 4000 mm de largo, 2500 mm de ancho y 3300 mm de alto.
- Resistividad del terreno: σ : 150 Ω m.

El neutro de la red de distribución en media tensión está conectado rígidamente a tierra.

Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del Centro, así como de las características de la red de media tensión.

Según los datos de red proporcionados por la Compañía Eléctrica suministradora (Iberdrola), el tiempo máximo de eliminación del defecto es inferior a 0,45 segundos (gráfica de duración de defecto). Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto, proporcionado por la Compañía son:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

En este caso K= 72 y n=1

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro son característicos de cada red, y los proporciona la compañía suministradora:

Rn = 0 Ω y Xn= 25,4 Ω

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$Id_{max} = U_{smax}/(1.73 \times Z_n) = 13200/(1.73 \times 25.4) = 300'04 \text{ A}$$

2.8.7.2 Diseño preliminar de la instalación de tierra

1) Tierra de protección

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código **50-40/8/4-2** del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0,045 \quad \Omega/(\Omega m)$$

$$K_p = 0,0084 \quad V/(\Omega m)(A)$$

- Descripción:

Estará constituida por 8 picas en forma de anillo rectangular de 5m de largo y 3m de ancho unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 m, estas 8 picas formarán un rectángulo de dimensiones 5 X 4 m.

Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 18 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1 KV protegido contra daños mecánicos.

2) Tierra de servicio

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida. Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/26 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0,0572 \quad \Omega/(\Omega m)$$

$$K_p = 0,00345 \quad V/(\Omega m)(A)$$

- Descripción:

Estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m. La separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud del conductor desde la primera pica hasta la última será de 21 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1 KV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ($=37 \times 0,650$).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación se calculara posteriormente.

2.8.7.3 Cálculo de la resistencia del sistema de puesta a tierra.

1) Tierra de protección

Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

Con el valor de K_r correspondiente al electrodo elegido y multiplicando por la resistividad del terreno, se obtiene el valor de la resistencia de tierra de protección.

$$R_t = K_r \cdot \rho$$

Siendo:

$$\rho = 150 \, \Omega \cdot \text{m}.$$

$$K_r = 0.045 \, \Omega / (\Omega \cdot \text{m}).$$

Se obtiene:

$$R_t = 0,045 \cdot 150 = 6'75 \Omega$$

Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = I_d \cdot R_t$$

Siendo:

$$I_d = 300 \, \text{A}.$$

Se obtiene:

$$U_d = 300 \cdot 6'75 = 2025 \text{V}$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo de 3.000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

2) Tierra de servicio

Con el valor de K_r correspondiente al electrodo elegido y multiplicando por la resistividad del terreno, se obtiene el valor de la resistencia de tierra de servicio.

$$R_t = K_r \cdot \rho$$

Siendo:

$$\rho = 150 \, \Omega \cdot \text{m}.$$

$$K_r = 0.0572 \, \Omega / (\, \Omega \cdot \text{m}).$$

Se obtiene:

$$R_t = 0.0572 \cdot 150 = 8.58 \, \Omega$$

que vemos que es inferior a $37 \, \Omega$.

2.8.7.4 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las **tensiones de contacto en el exterior**, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, **la tensión de paso en el exterior** vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_{pext} = K_p \cdot \rho \cdot I_d$$

$$U_{pext} = 0,0084 \cdot 150 \cdot 300 = 378V$$

2.8.7.5 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

El edificio prefabricado de hormigón EHC estará construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica. Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

En el caso de existir en el paramento interior una armadura metálica, ésta estará unida a la estructura metálica del piso.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones **de paso y contacto en el interior** de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la **tensión de paso de acceso** es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_{p_{acceso}} = U_d = R_t \cdot I_d = 6'75 \cdot 300 = 2025V$$

2.8.7.6 Cálculo de las tensiones máximas aplicadas

La **tensión máxima de contacto aplicada**, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

U_{ca} = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios.

$K = 72$. $n = 1$.

t = Duración de la falta en segundos: 0.7 s

obtenemos el siguiente resultado:

$$U_{ca} = \frac{72}{0,7} = 102,86V$$

Para la determinación de los **valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior**, y en el **acceso al Centro**, emplearemos las siguientes expresiones:

$$Up(\text{exterior}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6 * \sigma}{1.000} \right)$$

$$Up(\text{acceso}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3 * \sigma + 3 * \sigma h}{1.000} \right)$$

Siendo:

Up = Tensiones de paso en Voltios.

K = 72.

n = 1.

t = Duración de la falta en segundos: 0.7 s

ρ = Resistividad del terreno.

ρh = Resistividad del hormigón = 3.000 Ω.m

obtenemos los siguientes resultados:

Up(exterior) = 1954'28 V

Up(acceso) = 10748'57 V

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

Up = 378 V. < Up(exterior) = 1954'28V.

- en el acceso al C.T.:

Ud = 2025 V. < Up(acceso) = 10748'57 V

2.8.7.7. Separación entre la toma de tierra del CT y la de la instalación de baja tensión.

Además de esto, se debe tener en cuenta también la separación mínima que debe existir entre las tierras del Centro de Transformación de las que venimos hablando y la tierra del lado de Baja Tensión de nuestra nave. Para dicha distancia, la formula a usar la obtenemos en la ITC-BT 18:

$$D_{\min} = \frac{\rho \cdot I_d}{2000 \cdot \pi}$$

siendo:

$$\rho = 150 \, \Omega \cdot \text{m.}$$

$$I_d = 300 \, \text{A.}$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{\min} = 7'162 \, \text{m.}$$

Como podemos ver en los planos correspondientes a la parcela de nuestra nave industrial, vemos que esta distancia mínima se cumple sin problemas.

2.8.8. Alumbrado del Centro de Transformación

2.8.8.1. Alumbrado general

El centro de transformación debe poseer una cierta iluminación para poder desempeñar sin problemas de visión el trabajo dentro de ellos. Para ello viendo sus dimensiones y sus características procedemos a calcular su iluminación.

Para calcular el número de luminarias necesarias para alcanzar el nivel mínimo de iluminación del centro de transformación (150 lux), utilizaremos el mismo método que para calcular el alumbrado general de la nave industrial, el programa Dialux 4.6. Supondremos la altura del plano útil de 1 metro.

Dimensiones CT PFU-5 de la marca *Ormazabal*:

- Longitud: 4000 mm

- Fondo: 2500 mm
- Altura: 3045 mm
- Altura vista: 2585mm

Como resultado, tendremos que colocar 2 luminarias EFIX TCS 260 2x TL 5 54W 840 HFP C6 de la marca *Philips*. La potencia total del alumbrado general del centro de transformación es de 216 vatios.

2.8.8.2. Alumbrado de emergencia

Área del centro de transformación: 13'494 m²

Para el alumbrado de emergencia elegiremos 1 luminarias *Dunna* D3-60 de 60 luxes, de 3 horas de autonomía y un consumo de 2'2 vatios. Se situará sobre el cuadro de baja tensión del centro de transformación.

2.8.9. Cuadros de Baja Tensión

Al disponer de 1 transformadores, hemos optado por poner 1 cuadro de baja tensión. De él saldrá la iluminación al centro de transformación, tanto el alumbrado normal como el de emergencia, y las tomas monofásicas de corriente ubicada en dicho local. La toma de corriente estará situados 3 de ellas justo debajo del cuadro de baja tensión

2.8.9.1. Cuadro de baja tensión

En la norma NI 50.40.04 de Iberdrola, nos indica que la instalación eléctrica en baja tensión del centro de transformación, se realice mediante canalización de superficie y los conductores deberán de ser de cobre, con una sección mínima de 2'5mm² y serán del tipo H07 V-K.

Por ello, hemos elegido un montaje superficial de tubo rígido grapado a la pared y seleccionaremos un cable de la marca *General Cable* y de tipo Genlis-F H07V-K con aislamiento de PVC.

Como las líneas calculadas para el centro de transformación son relativamente cortas, nos evitaremos los cálculos de caída de tensión, que supondremos que son innecesarios.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

DOCUMENTO N°3: PLANOS

Asier Salinas Garayoa

Jose Javier Crespo Ganuza

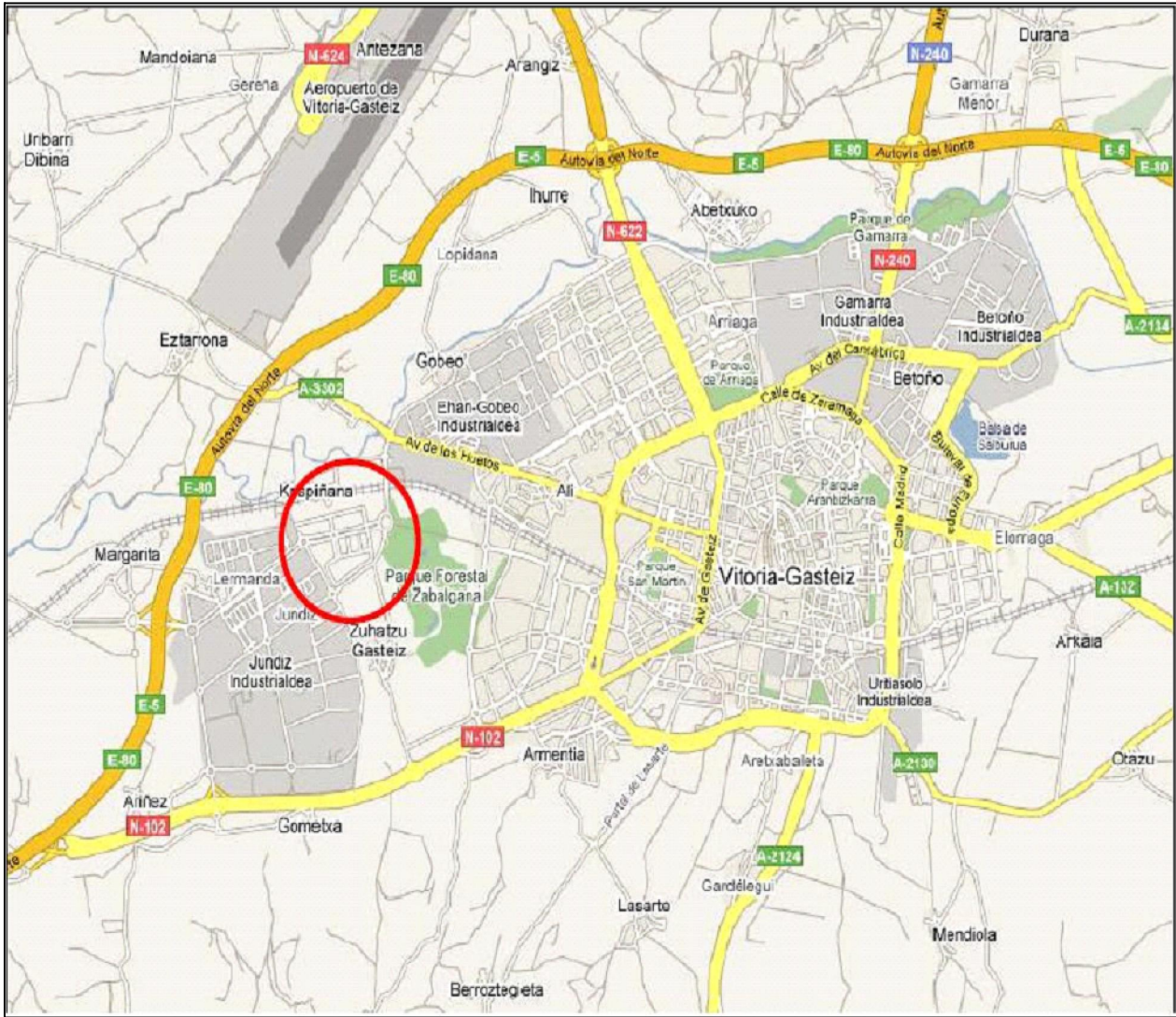
Pamplona, 24 de Febrero de 2.011

ÍNDICE

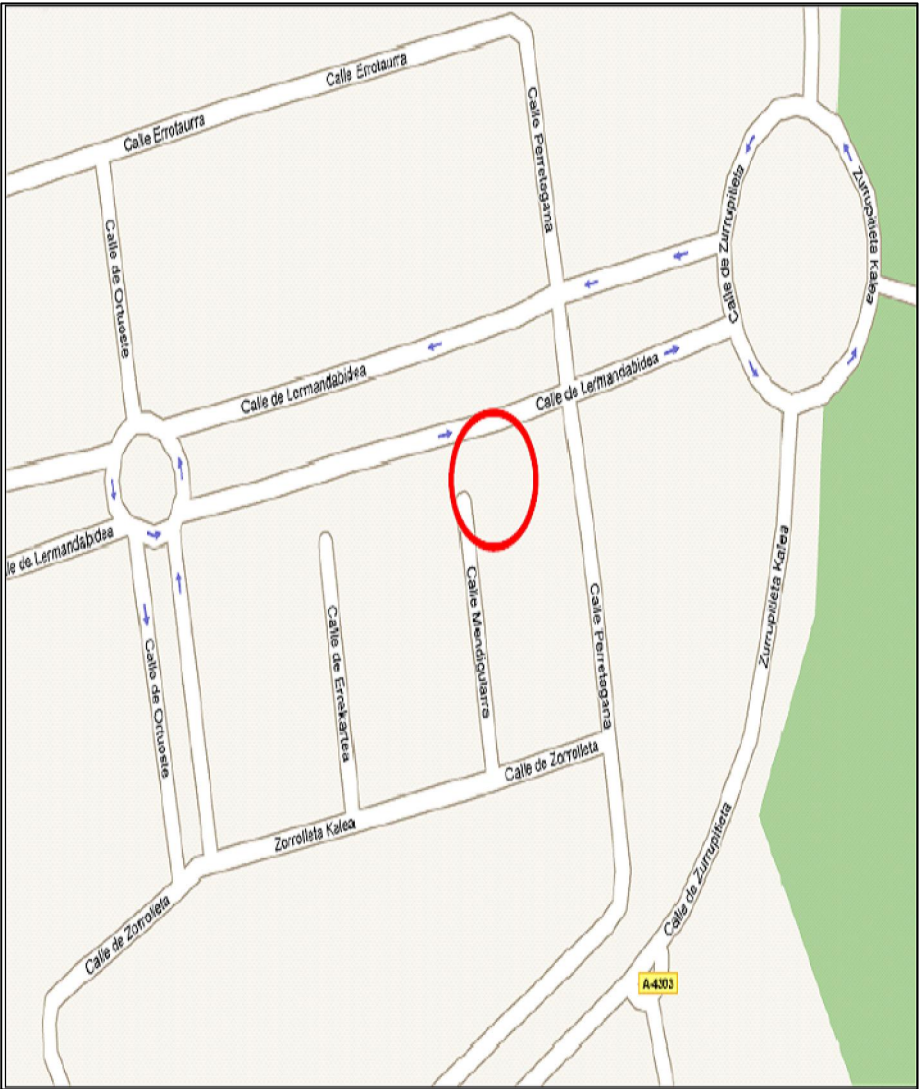
NºPLANO


- SITUACIÓN – A3	1
- EMPLAZAMIENTO – A3	2
- PLANTA NAVE INDUSTRIAL – A1	3
- PLANTA SOBRECAMARA – A1	4
- ILUMINACION PLANTA – A1	5
- CIRCUITO MANDO Y FUERZ (C.AUX 1) – A1	6
- CIRCUITO MANDO Y FUERZA – A1	7
- ILUMINACIÓN SOBRECAMARA – A1	8
- CIRCUITO MANDO Y FUERZA (C.AUX 2) – A1	9
- CANALIZACIÓN PLANTA BAJA	10
- CANALIZACIÓN SOBRECAMARA	11
- ALUMBRADO EMERGENCIAS SOBRECAMARA– A2	12
- ALUMBRADO EMERGENCIAS PLANTA BAJA - A2	13
- PUESTA A TIERRA – A1	14
- ESQUEMA UNIFILAR – A0	15
- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN – A1	16

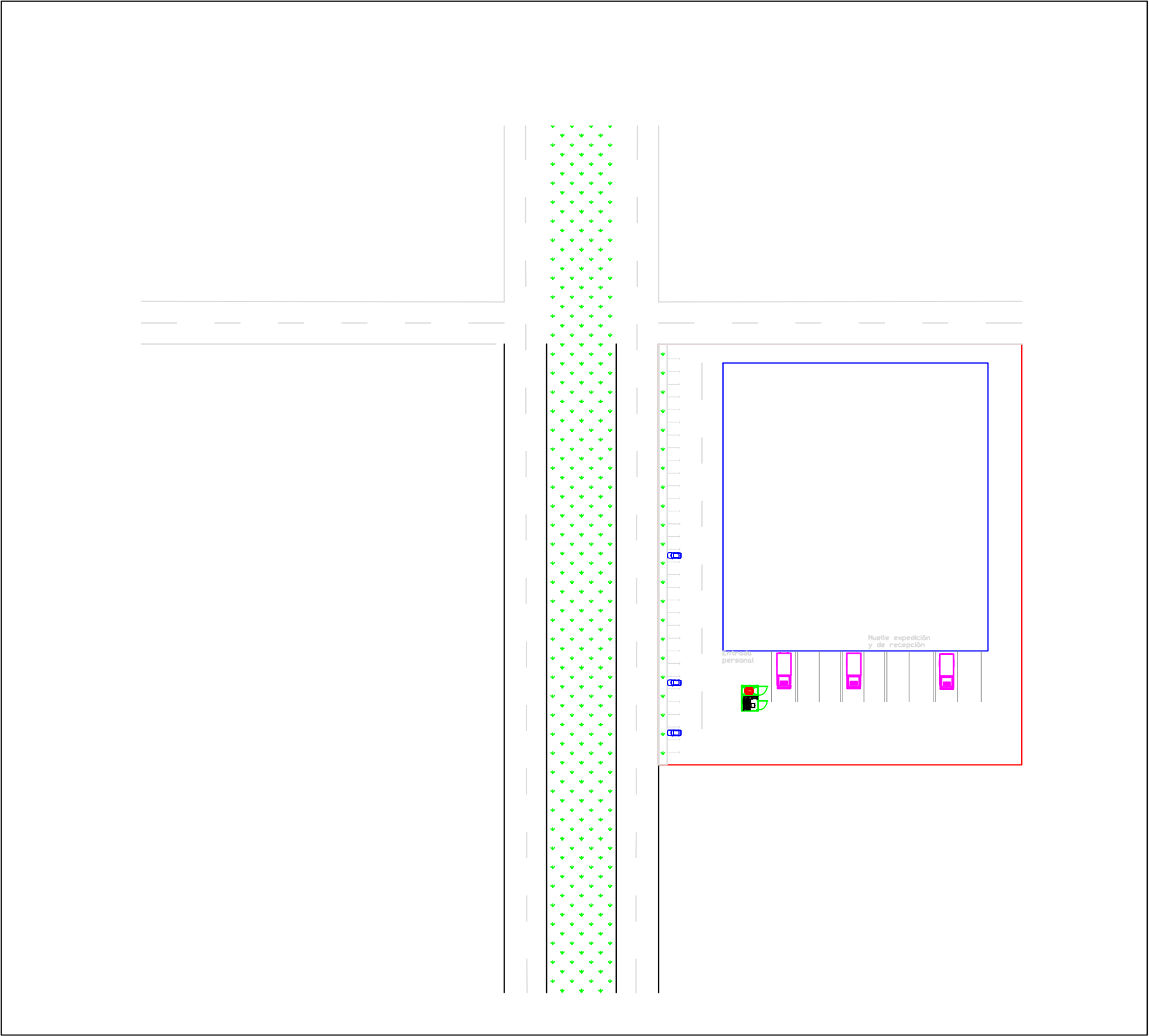
Vitoria - Gasteiz



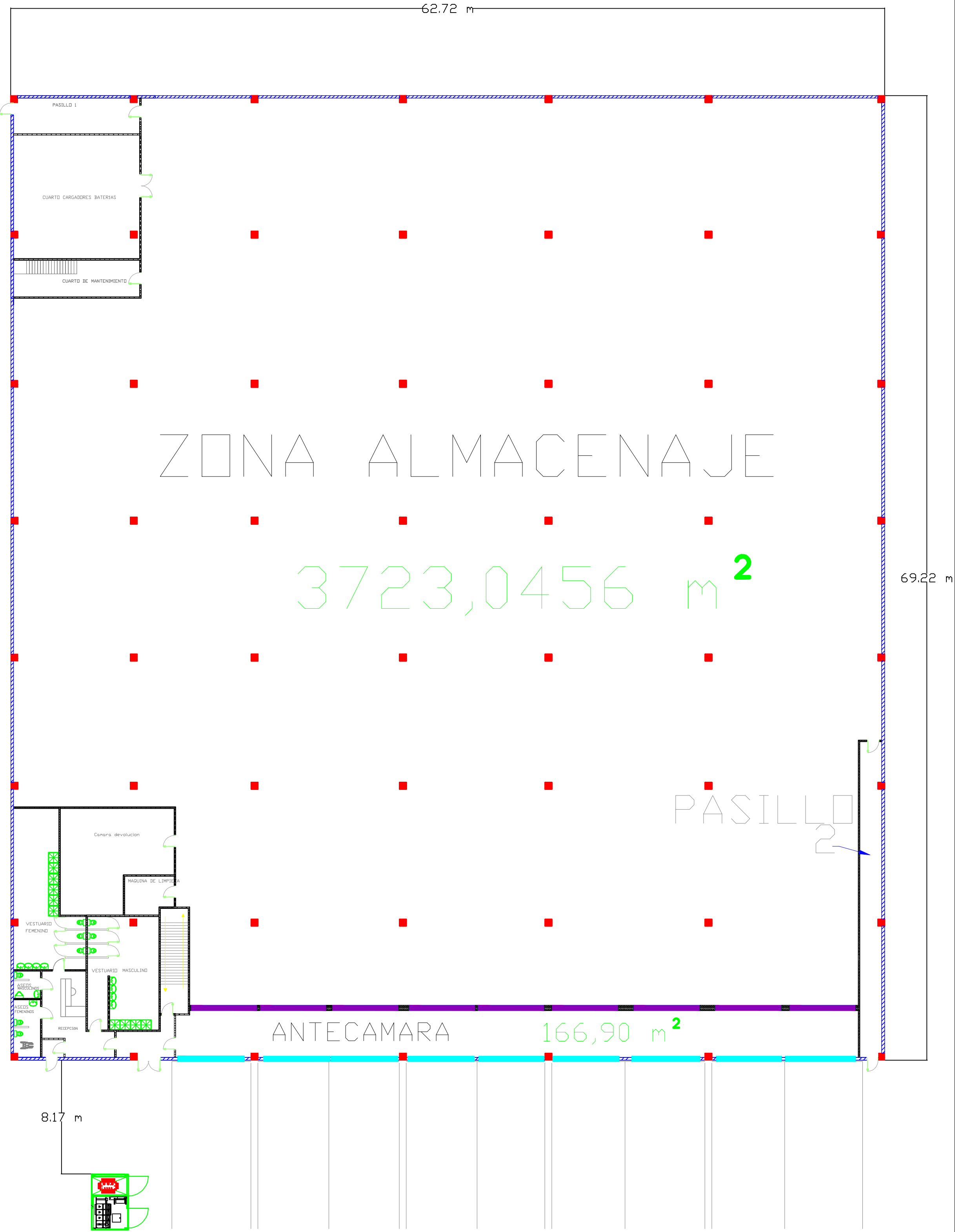
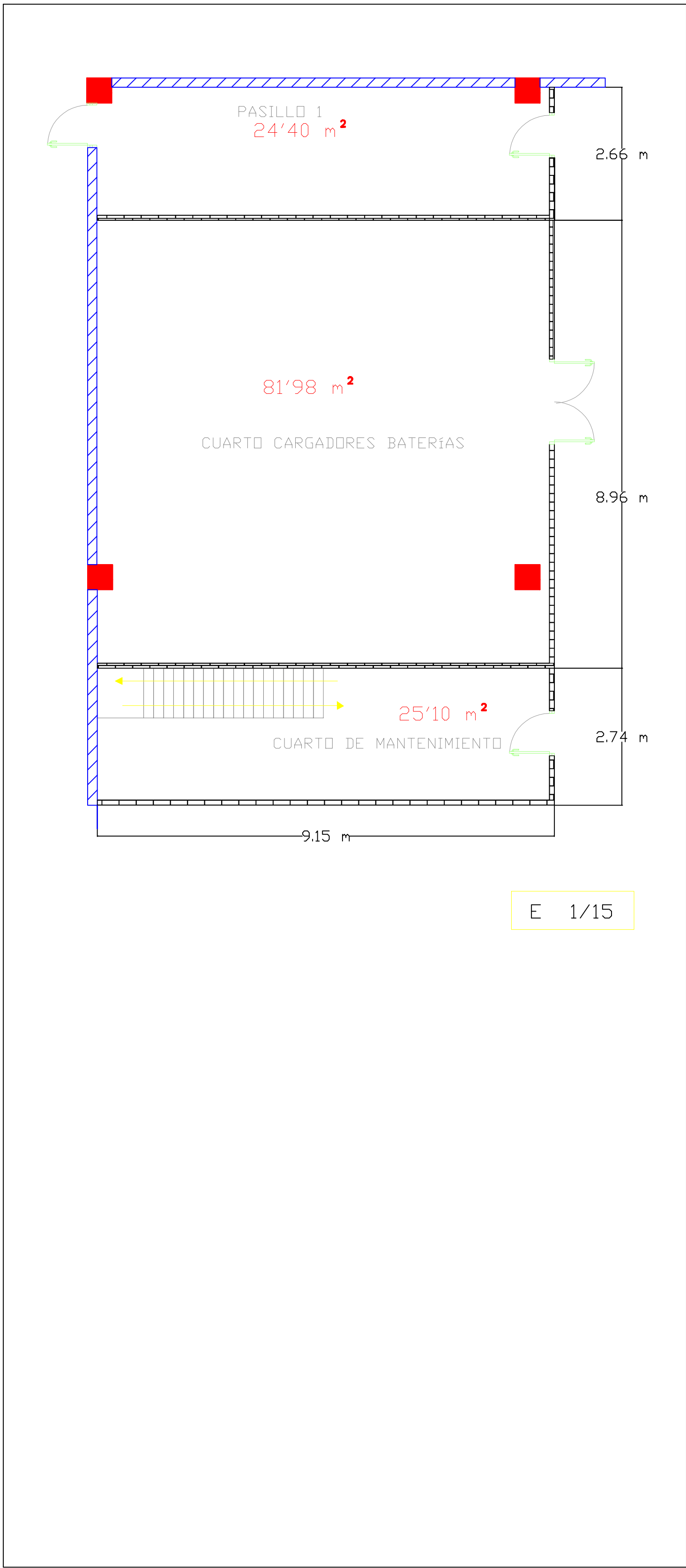
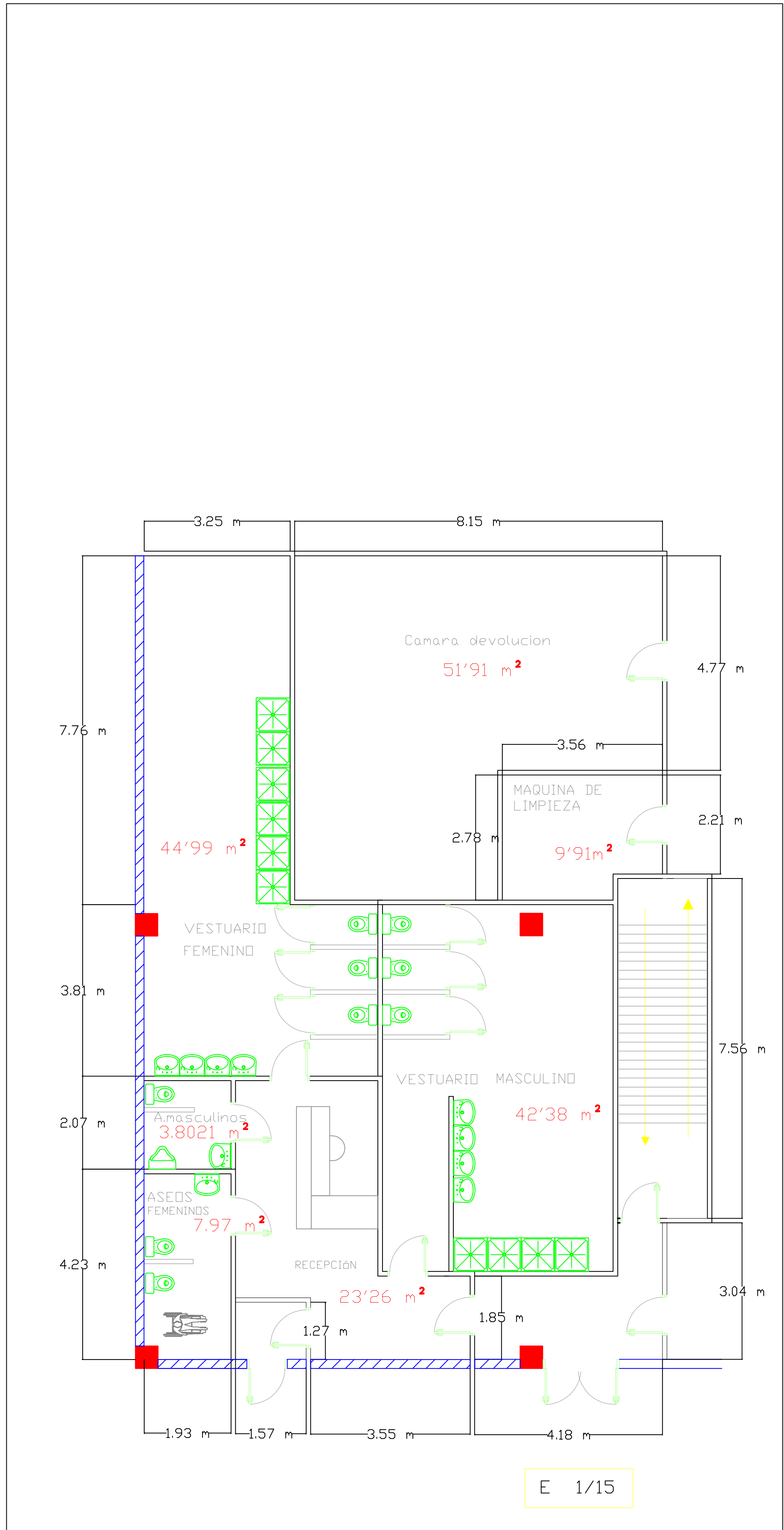
Parcela Nave industrial

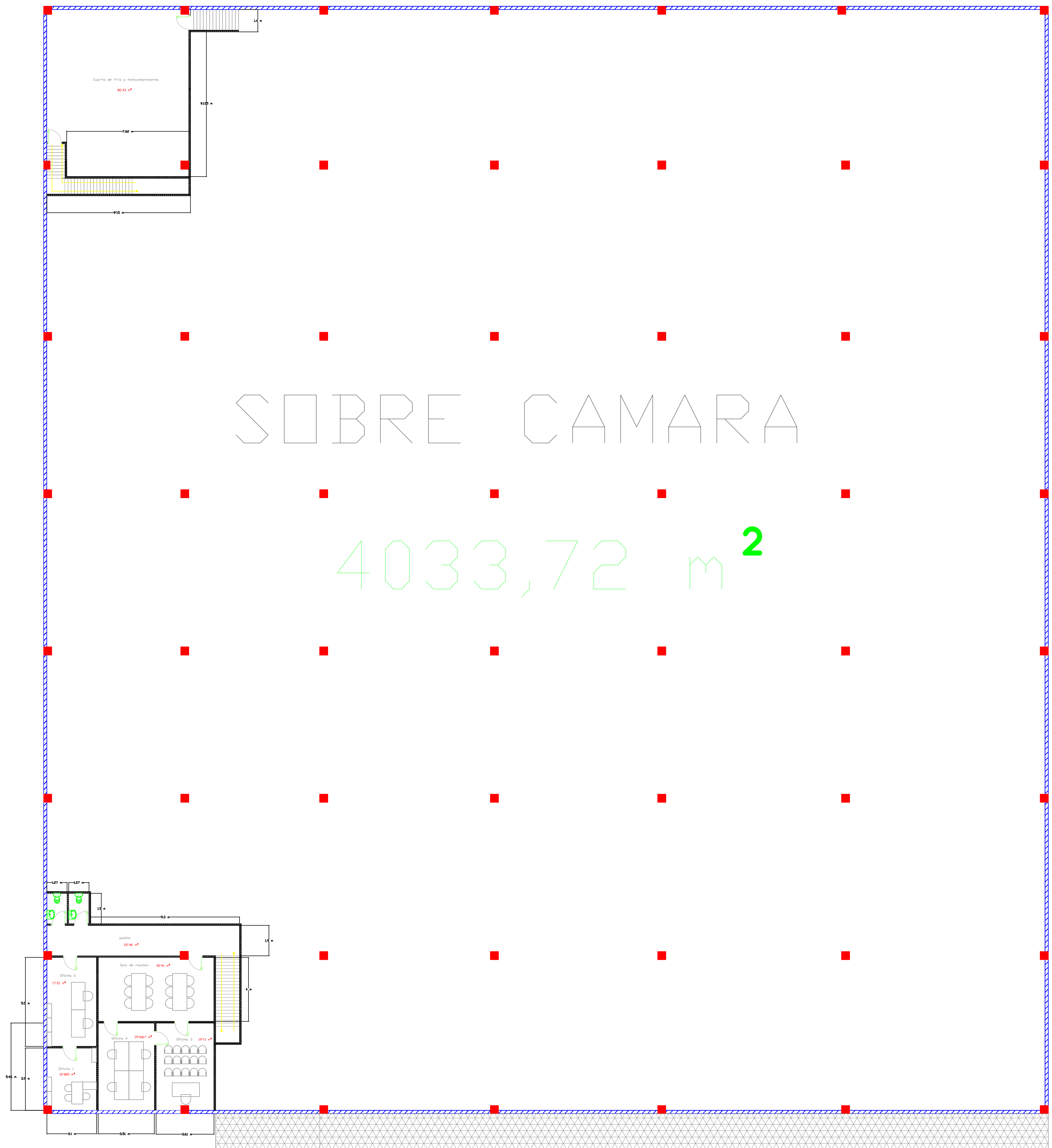


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitatea Unibertsitatea Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO DE	
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: SALINAS GARAYOA, ASIER	
PLANO: SITUACIÓN		FECHA: 24-2-2011	
		ESCALA: ND	Nº PLANO: 1



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO DE	
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN B.T. DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: SALINAS GARAYOA, ASIER	
PLANO: EMPLAZAMIENTO		FECHA: 24-2-2011	ESCALA: 1:100
		Nº PLANO: 2	







LEYENDA

- L1 Alumbrado camara 1
- L2 Alumbrado camara 2
- L3 Alumbrado camara 3
- L4 Alumbrado camara 4
- L5 Alumbrado camara 5
- L6 Alumbrado camara 6
- L7 Alumbrado camara 7
- L8 Alumbrado camara 8
- L9 Alumbrado camara 9

Luminaria Efix TCS260
2xTL5-54W/840 HFP C6

Luminaria Impala Tbs
160/418 4 x 18 W

Luminaria dowlight
2x18 W FBS120

Luminaria Cabena
HPK 250 W

PULSADORES TRIFASICOS

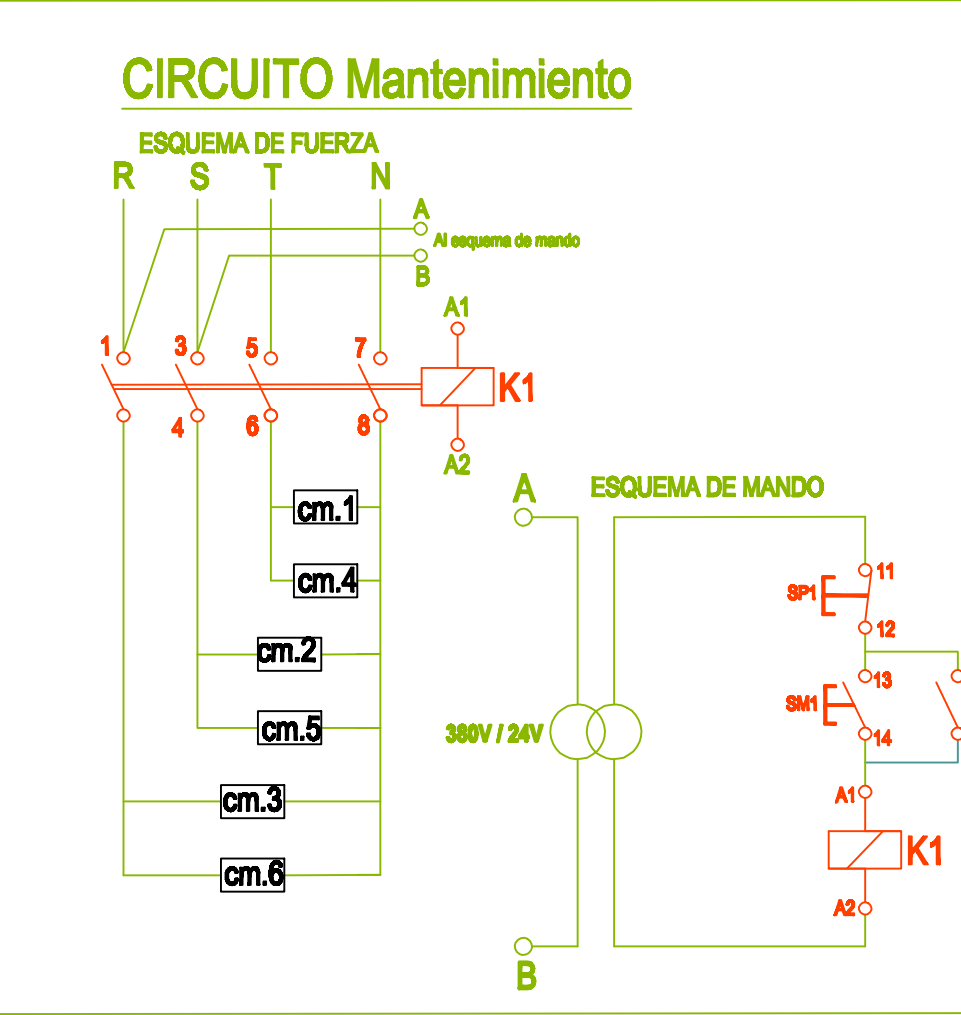
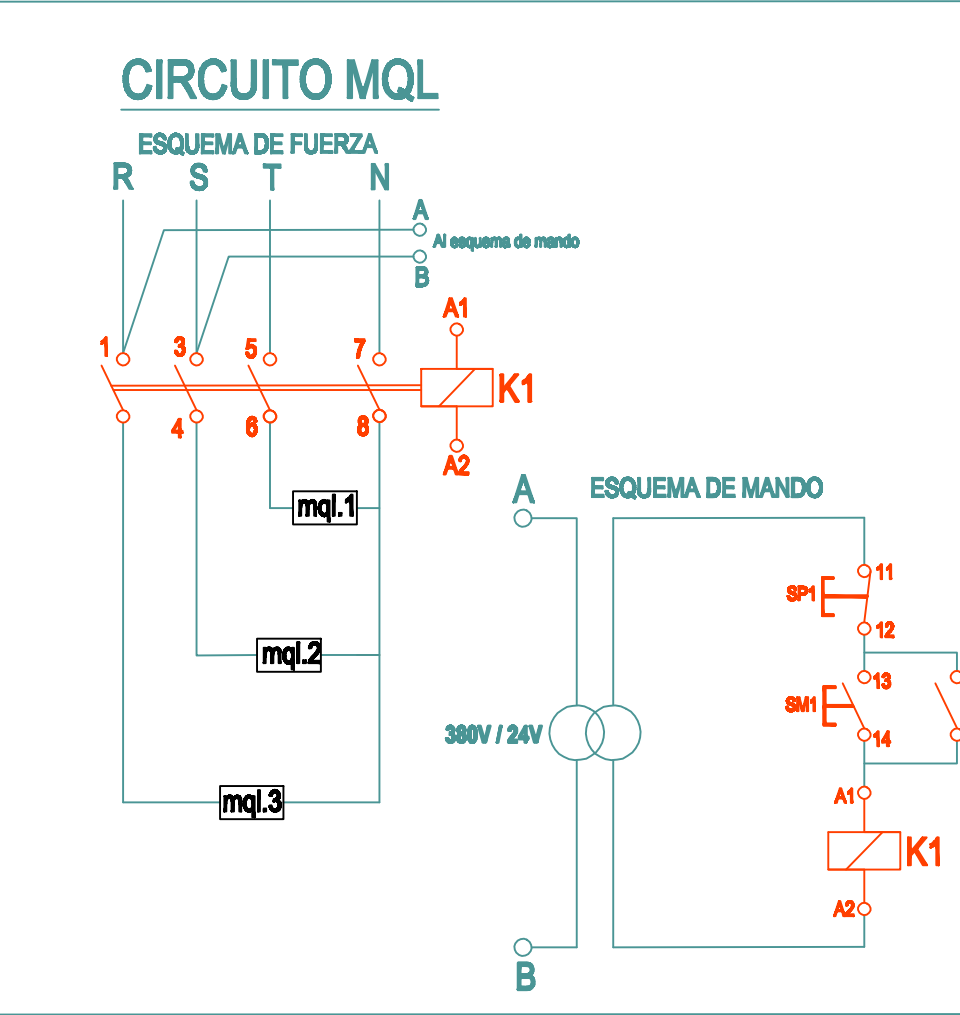
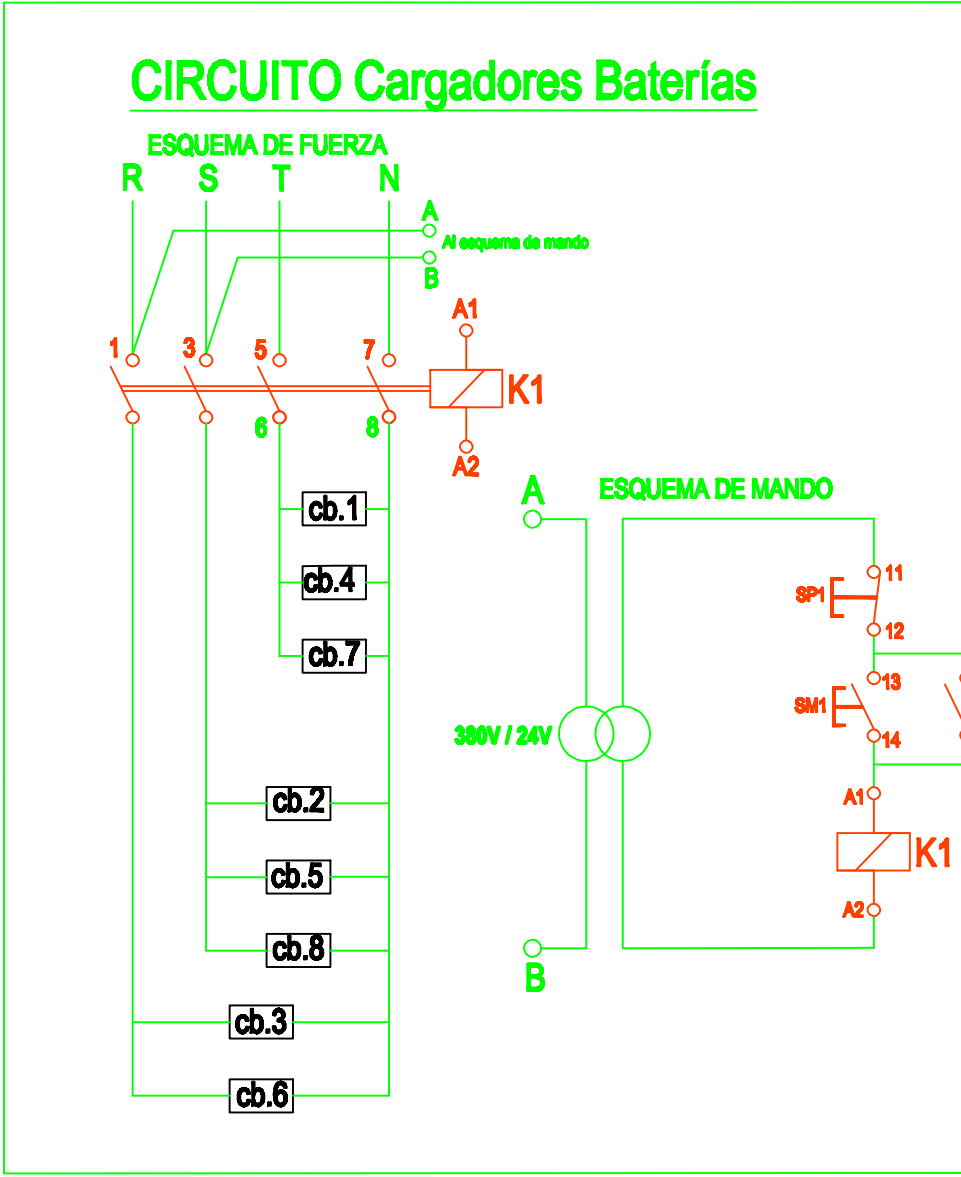
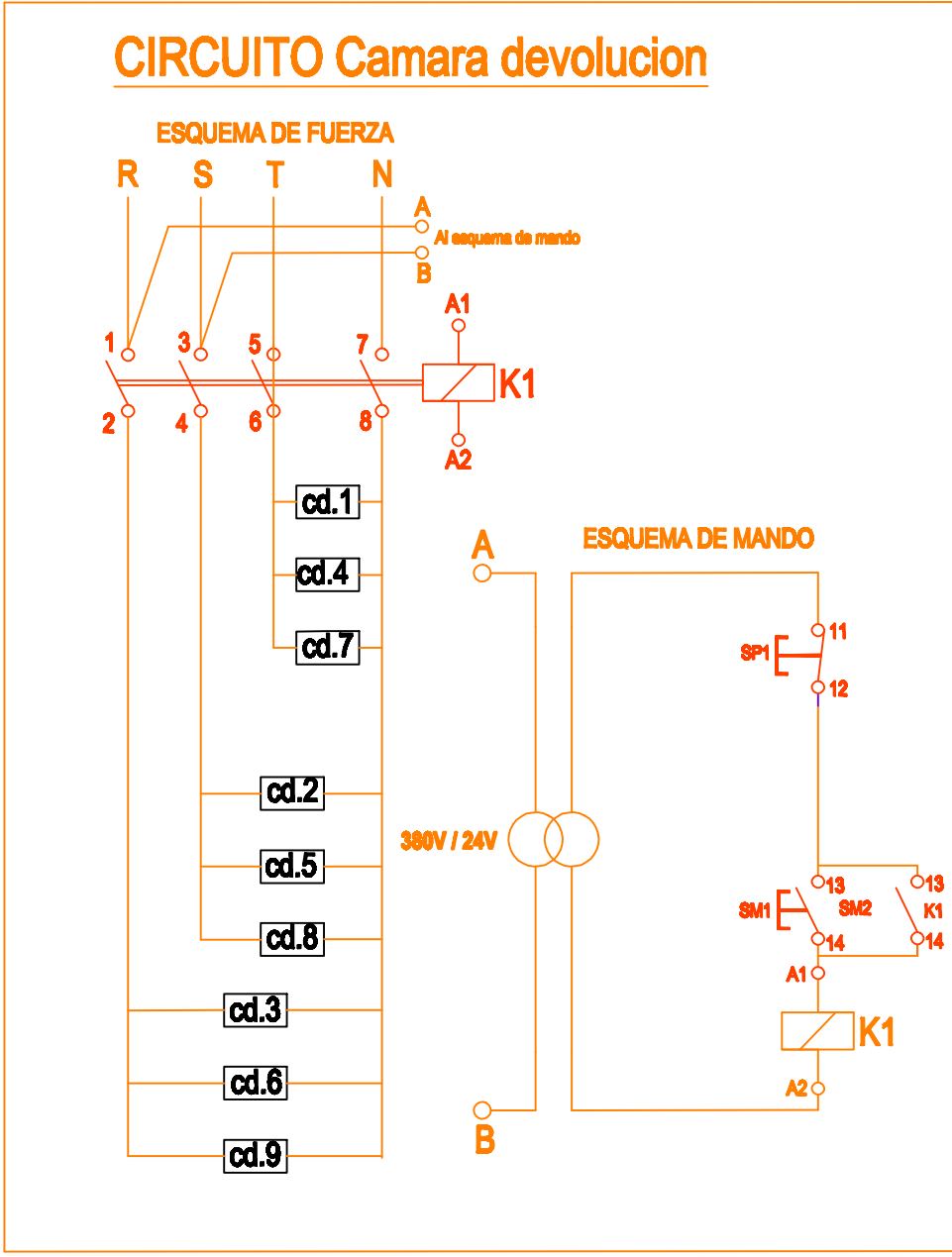
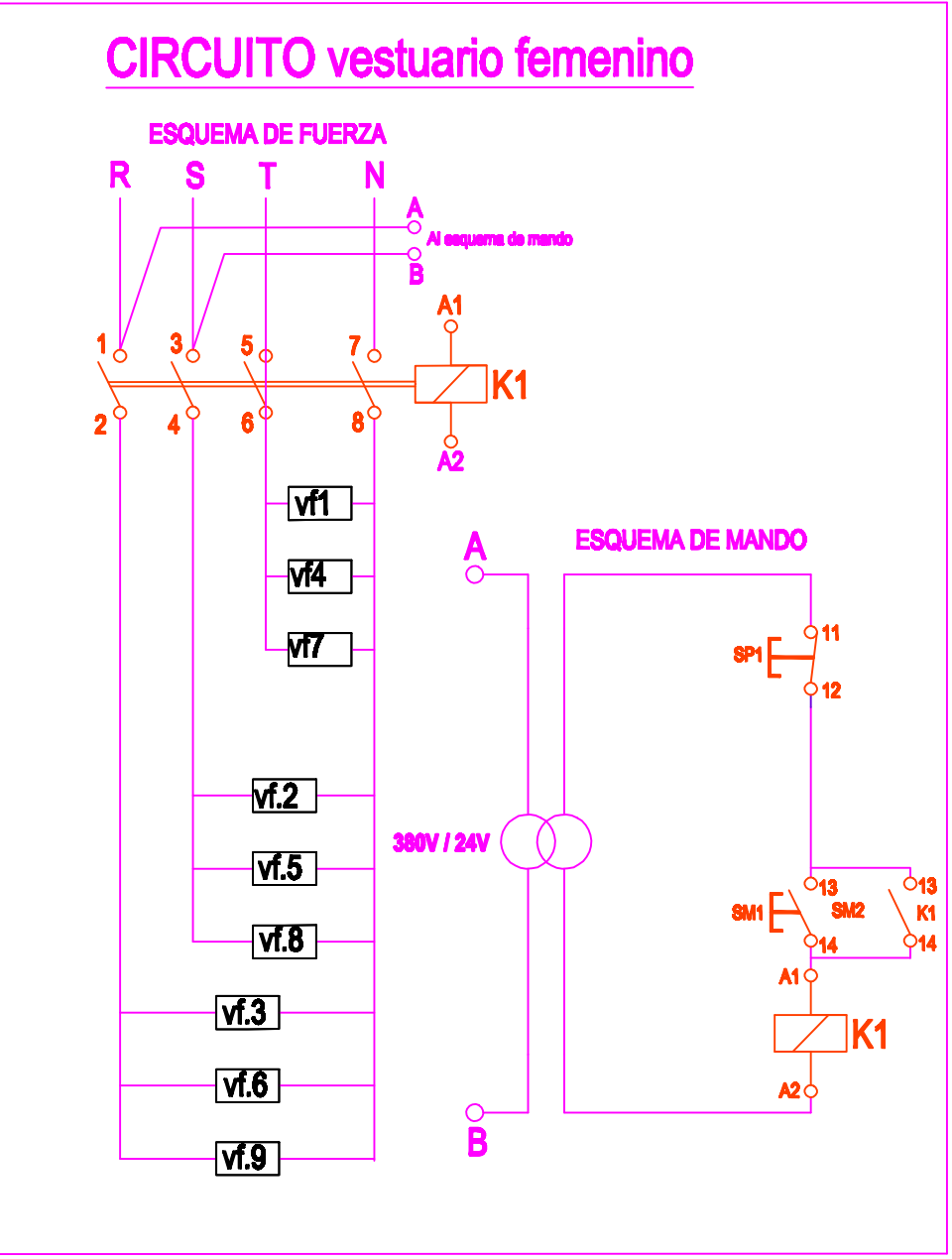
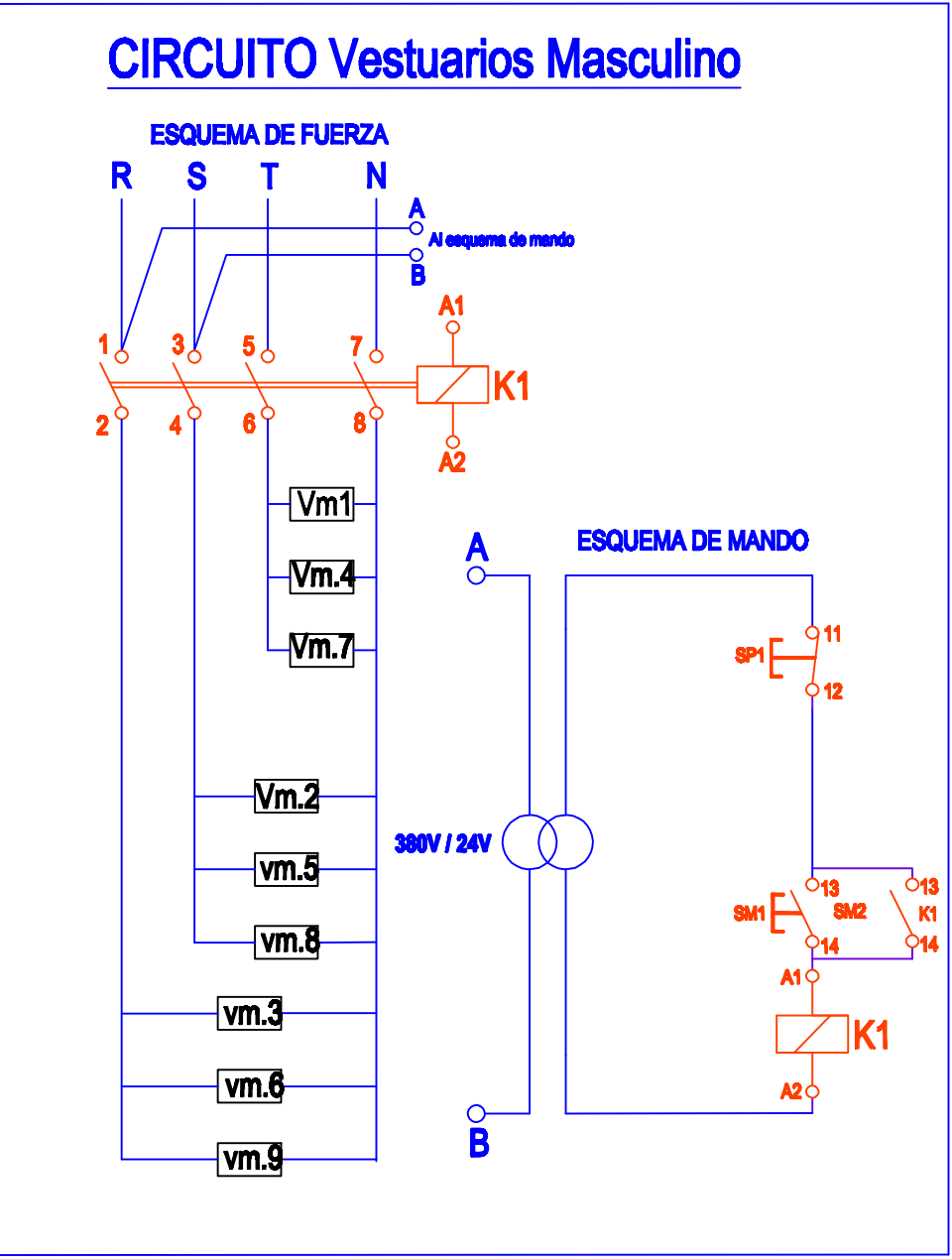
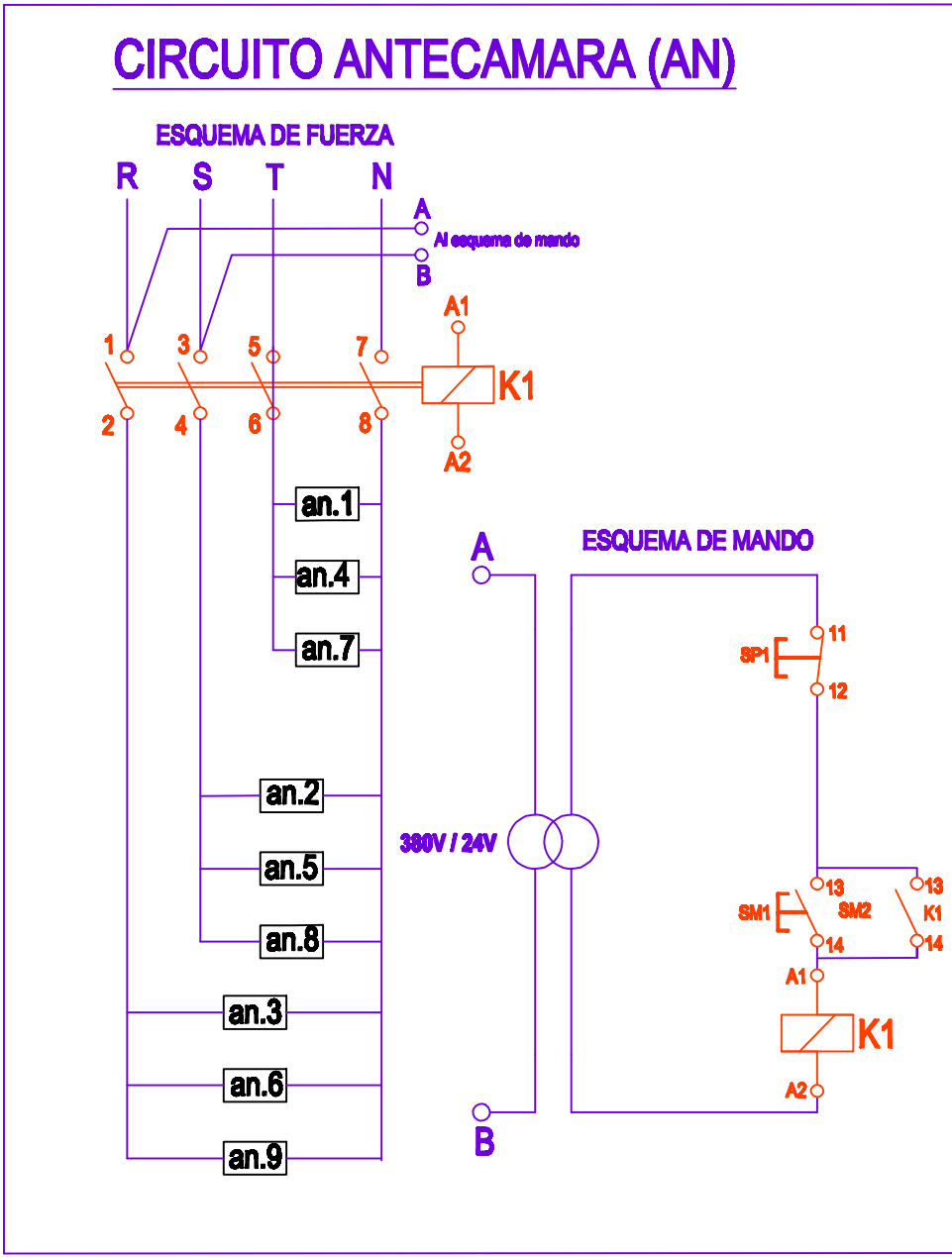
Interruptor unipolar

Conmutador tripolar

Nota aclaratoria:

- El alumbrado de la camara y de un pasillo viene de C.Auxiliar 1
- El alumbrado de recepción, vestuarios y baños viene del C.S. Oficinas 1
- El alumbrado del cuarto de la máquina de la limpieza y de la cámara de devolución viene del C.S Auxiliar 1.
- El alumbrado de la antecámara proviene del C.S. Auxiliar 1
- Alumbrado del cuarto de mantenimiento viene de C.S. Mantenimiento.
- Las campanas están a 3.55 metros de distancia entre ellas respecto el eje Y, y a 5.2 metros de distancia entre ellas en el eje X

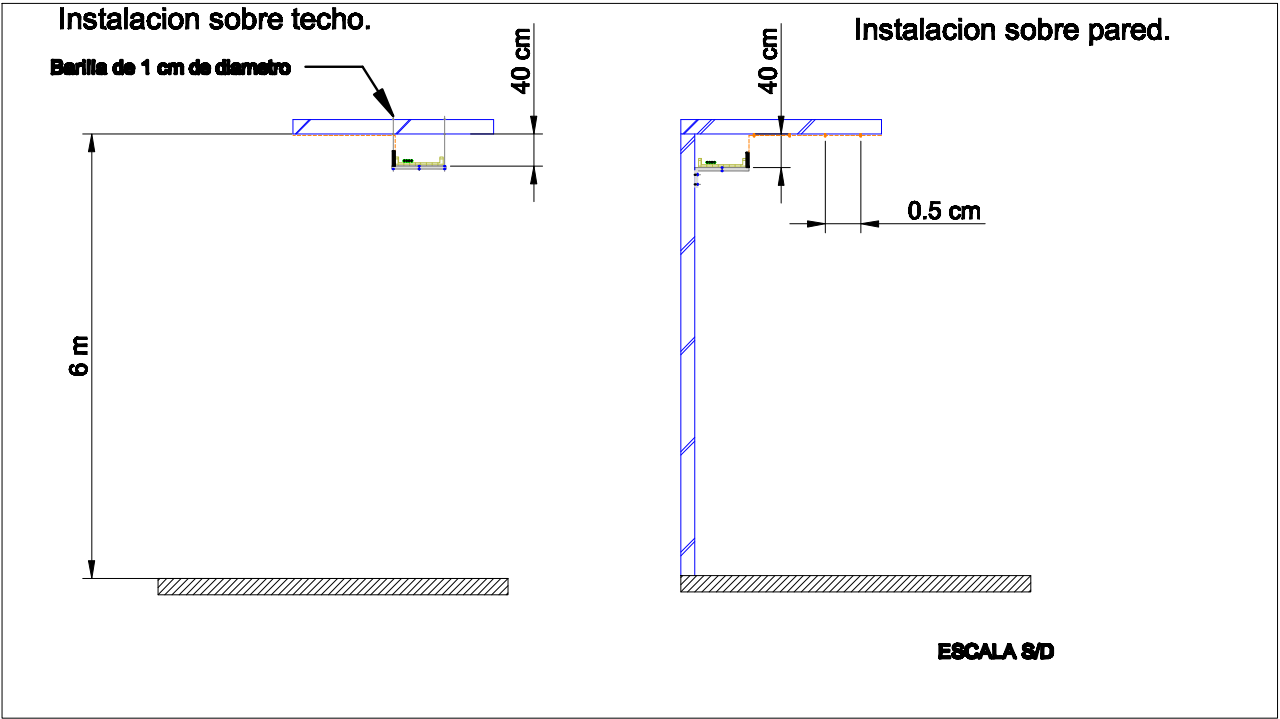
 Universidad Pública de Navarra Instituto Tecnológico de Investigación y Desarrollo	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL E	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO:		REALIZADO:
INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN E.T. DE UNA NAVE CON CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		SALINAS GARAYOA, AMER
		FECHA:
PLANO:		FECHA:
Iluminación planta baja		04-2-2011
		ESCALA:
		1:0
		PLANO:
		8



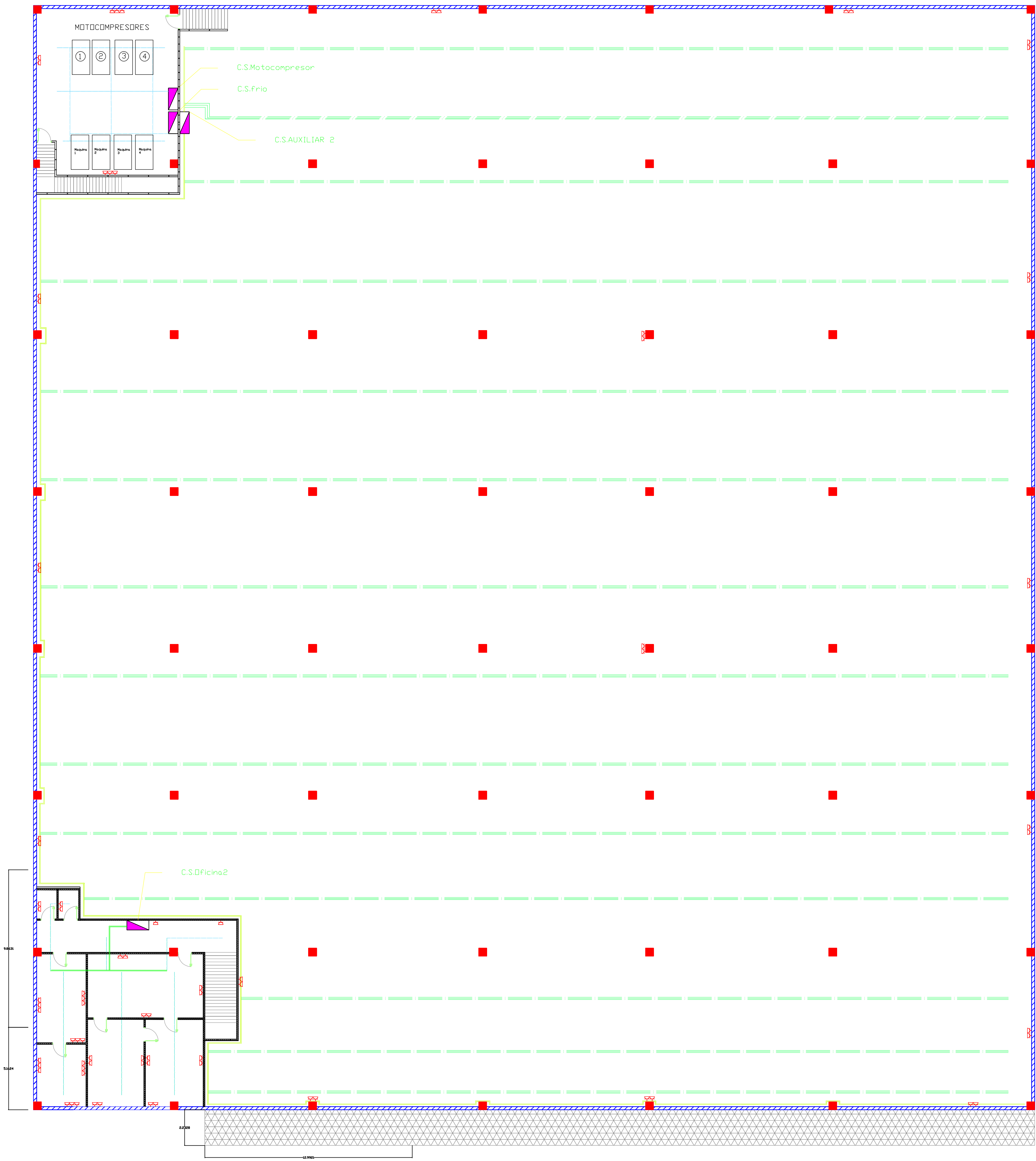


LEYENDA




- Bandeja Rejiband 35 x 100
- Bandeja Rejiband 100 x 200
- Ø tubo: 25mm
- Canalización enterrada bajo tubo Ø tubo: 250mm
- Ø tubo: 20 mm
- Arqueta de registro de hormigon prefabricado sin fondo 1000x1000 y 1000 mm de profundidad.

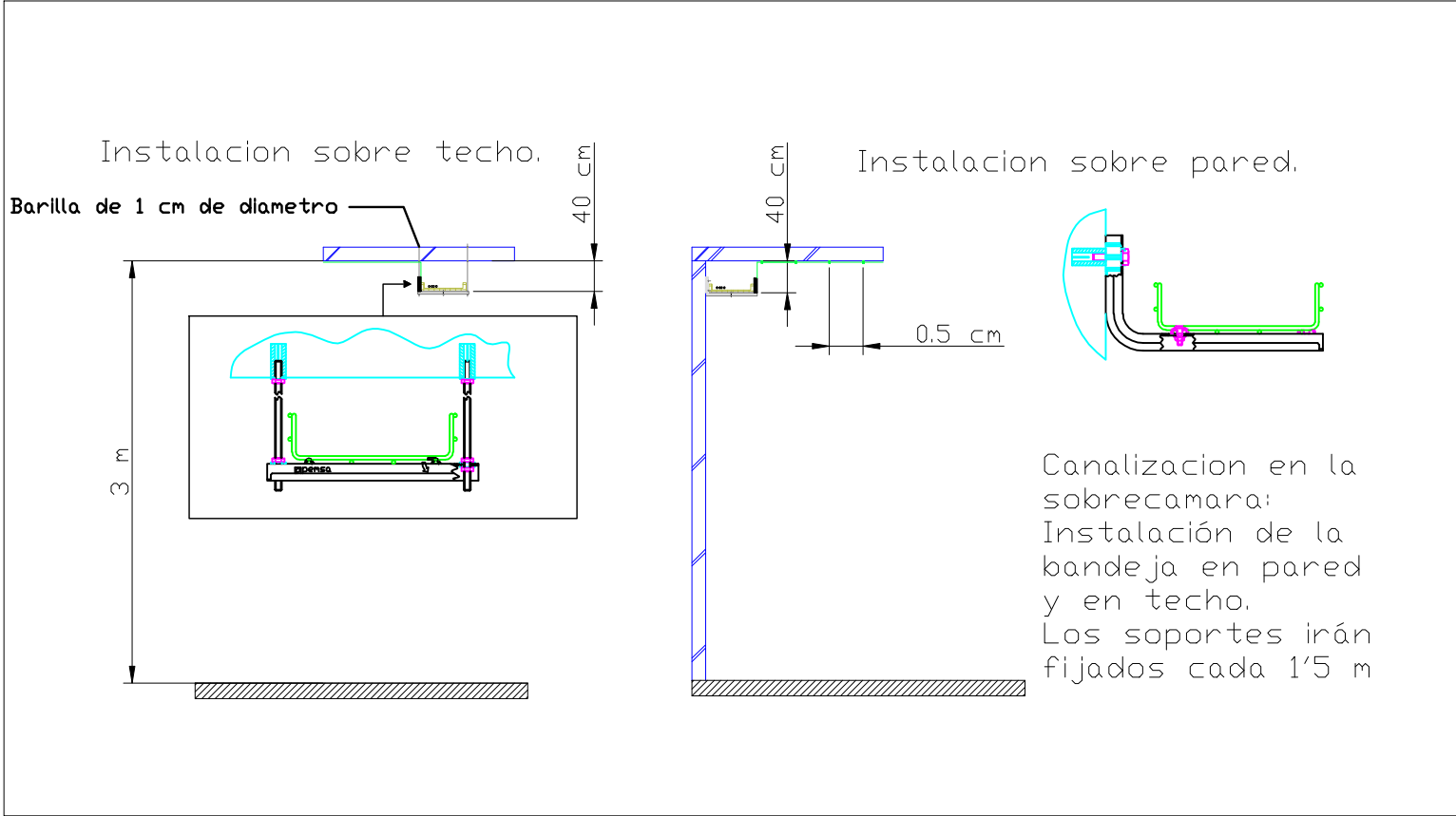


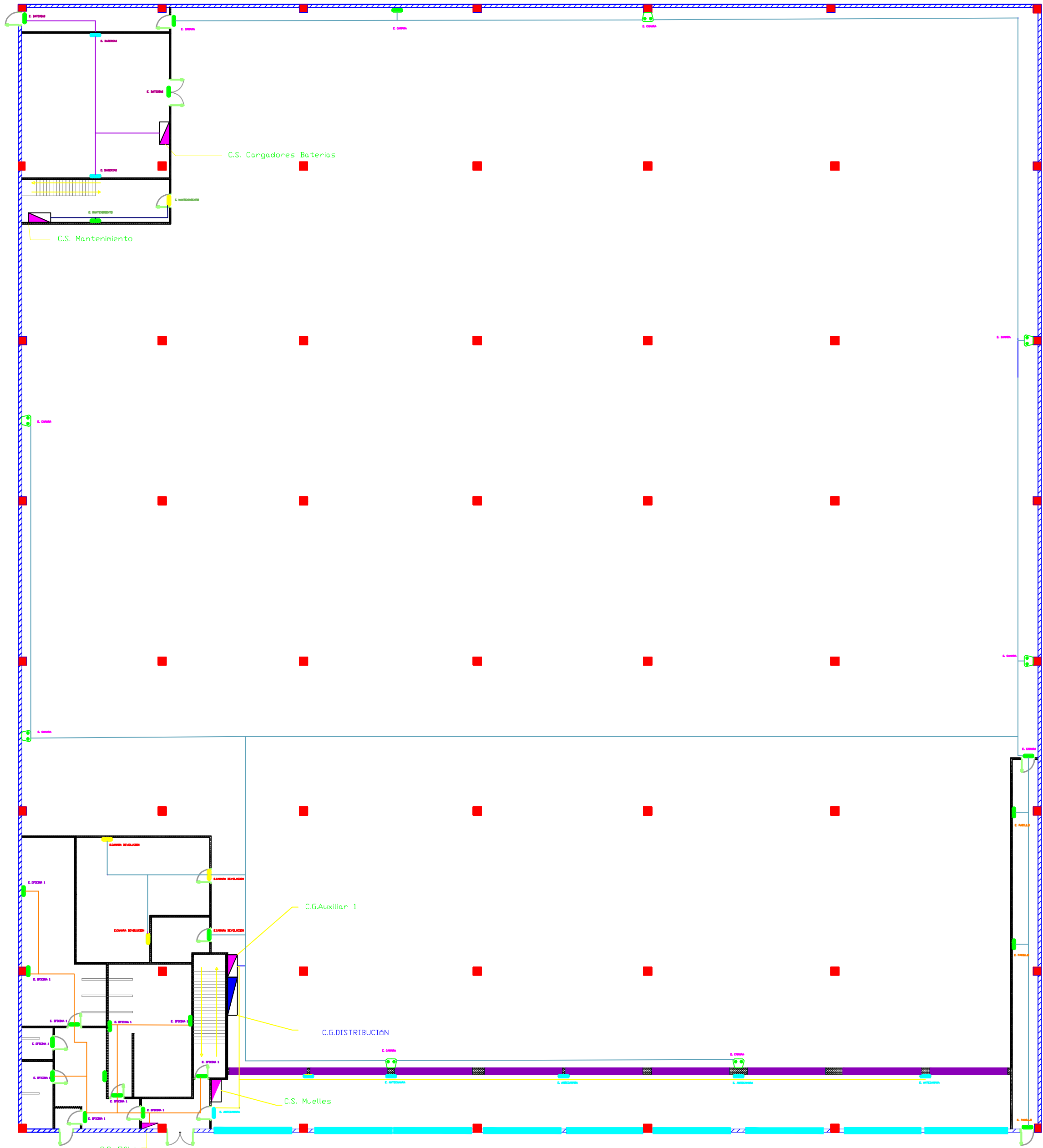
Canalizacion en la camara:
Instalación de la bandeja en pared y en techo.



LEYENDA

-  \varnothing tubo: 25mm
-  \varnothing tubo: 20mm
-  Bandeja Pemsaband 35 x 200
-  Bandeja Pemsaband 35 x 100





LEYENDA



Nova N1, 8 W y 70 lumen



Nova N2, 8 W y 95 lumen



Nova N3, 8 W y 150 lumen



Focos orientables 3 x 50 W y
1 hora de autonomia



Las emergencias que están conectadas a
estas líneas provienen del C.Auxiliar 1



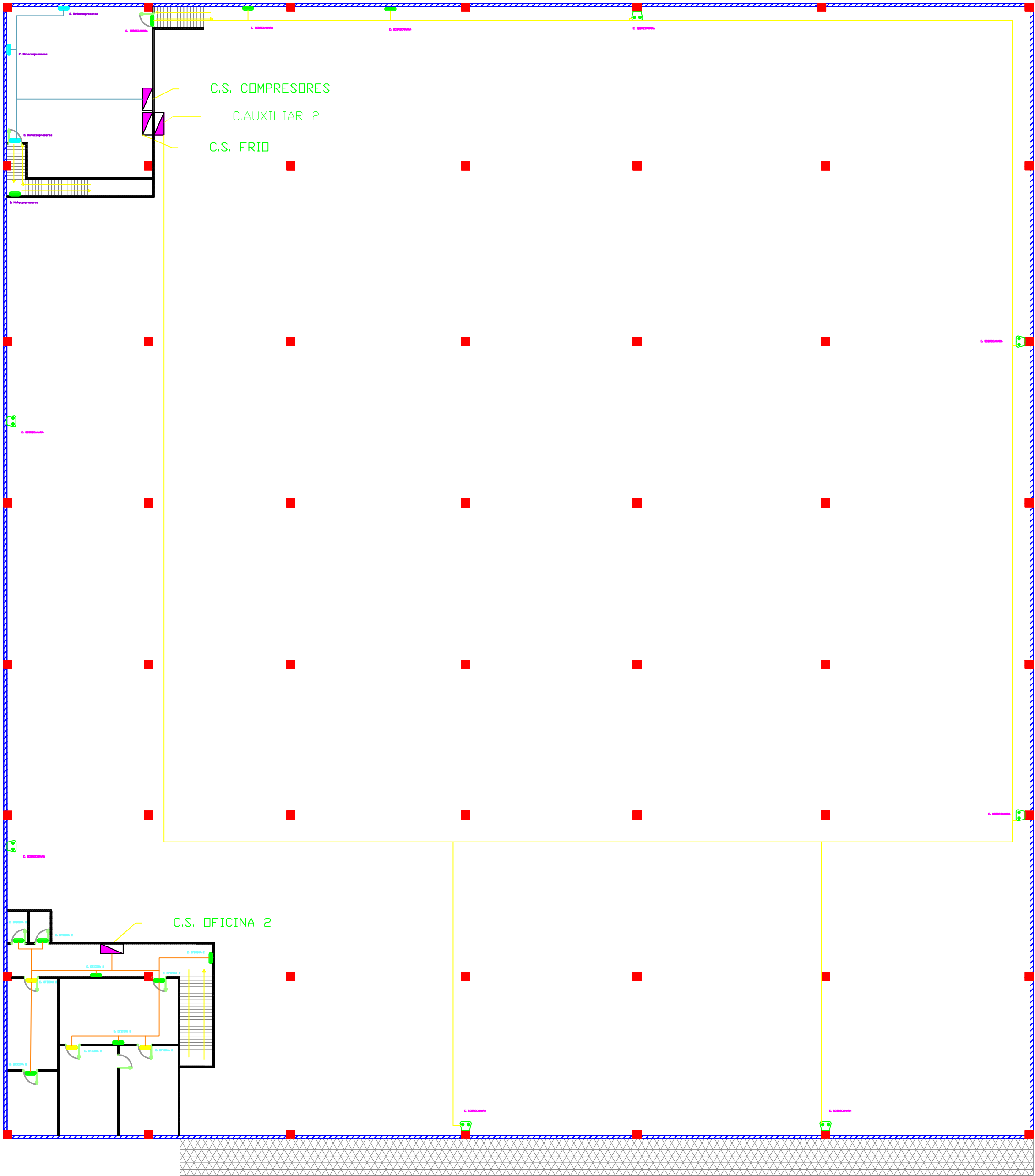
Las emergencias que están conectadas
a esta línea proviene del C.S. Oficina 1










Las emergencias que están conectadas a
esta línea proviene del C.S. Mantenimiento



Las emergencias que están conectadas a esta
línea proviene del C.S. Cargadores de baterías

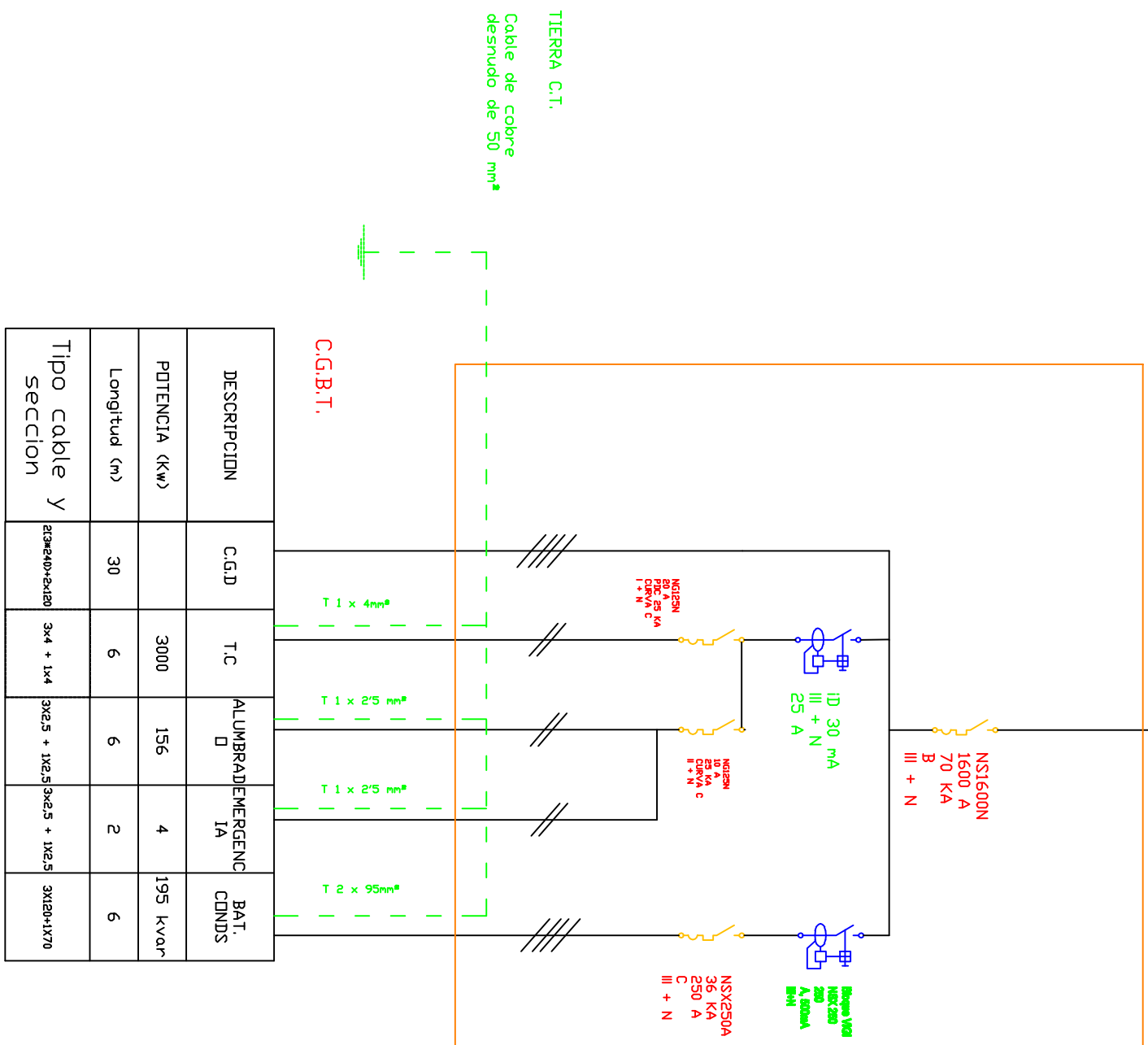


LEYENDA

-  Nova N1, 8 W y 70 lumen
-  Nova N2, 8 W y 95 lumen
-  Nova N3, 8 W y 150 lumen
-  Focos orientables 3 x 50 W y 1 hora de autonomia
-  Las emergencias que están conectadas a estas líneas provienen del C.Auxiliar 2
-  Las emergencias que están conectadas a esta línea proviene del C.S. Oficina 2
-  Las emergencias que están conectadas a esta línea proviene del C.S. Motocompresores

Nota aclaratoria:
-Al lado de cada Emergencia aparece escrito el interruptor asignado para esa emergencia.

TRANSFORMADOR



LEYENDA

Tierra de protección del C.T.

Tierra de protección de la nave

Int. Magnetotérmico

Modelo

Calibre, Poder de corte

Curva disparo, Protección*



*Protección:

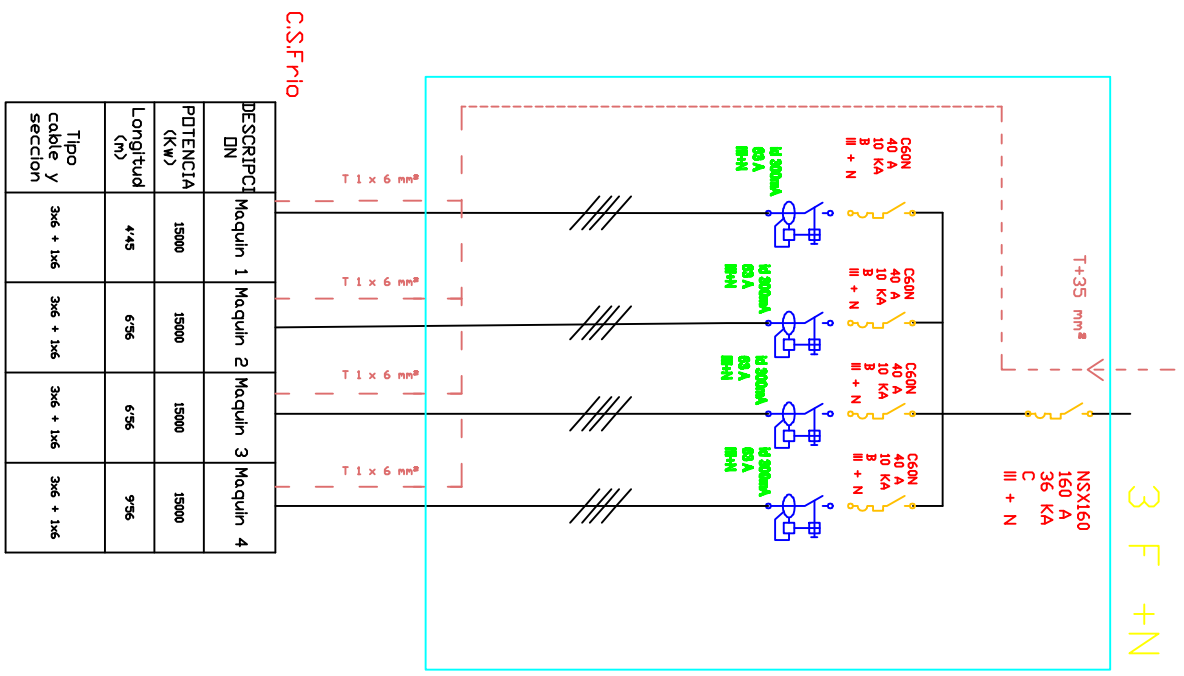
- I : Unipolar (fase)

- II-N : Bipolar (fase y neutro)

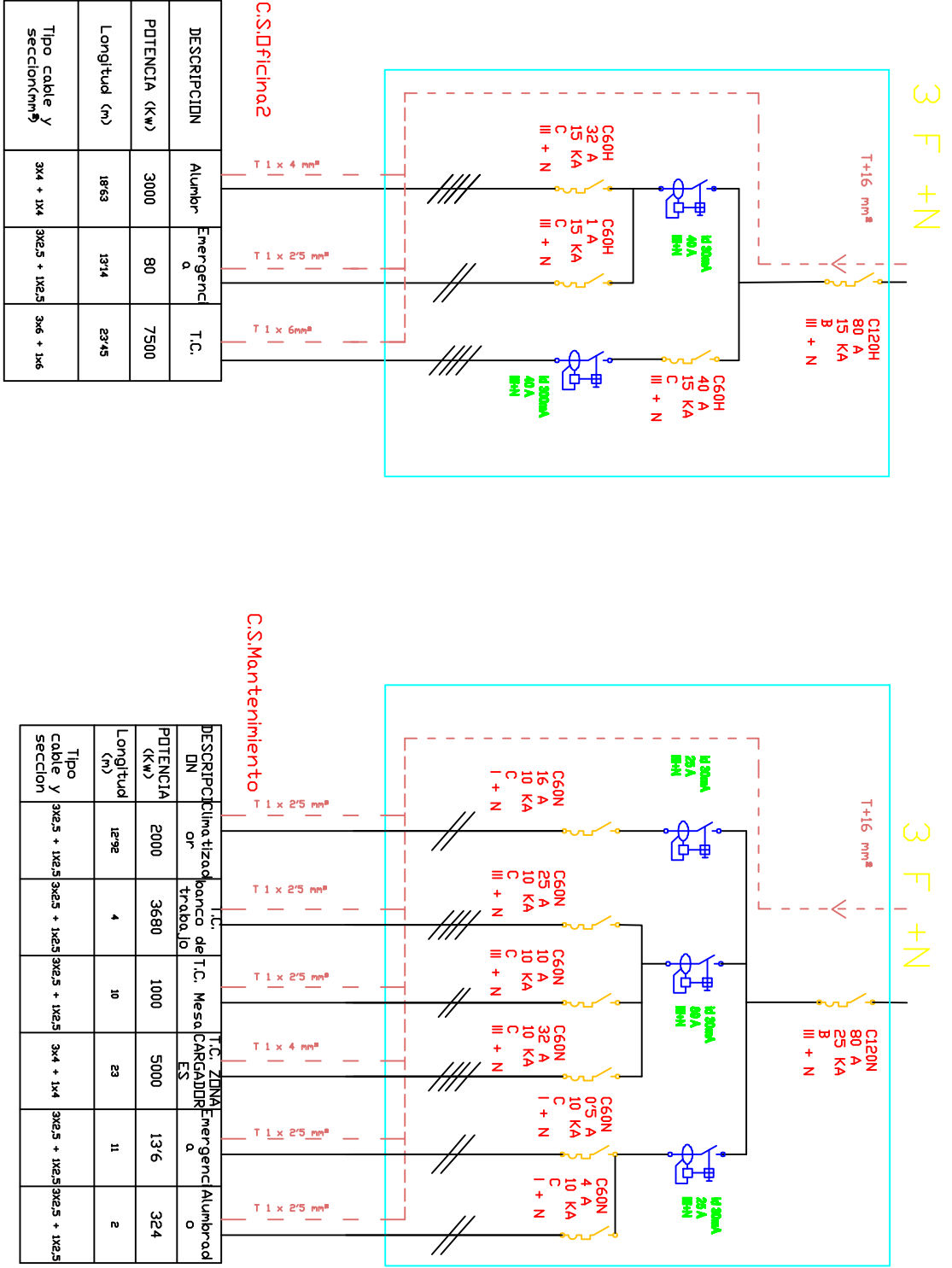
- III : Tripolar (3 fases)

- III+N : Tetrapolar (3 fases y neutro)

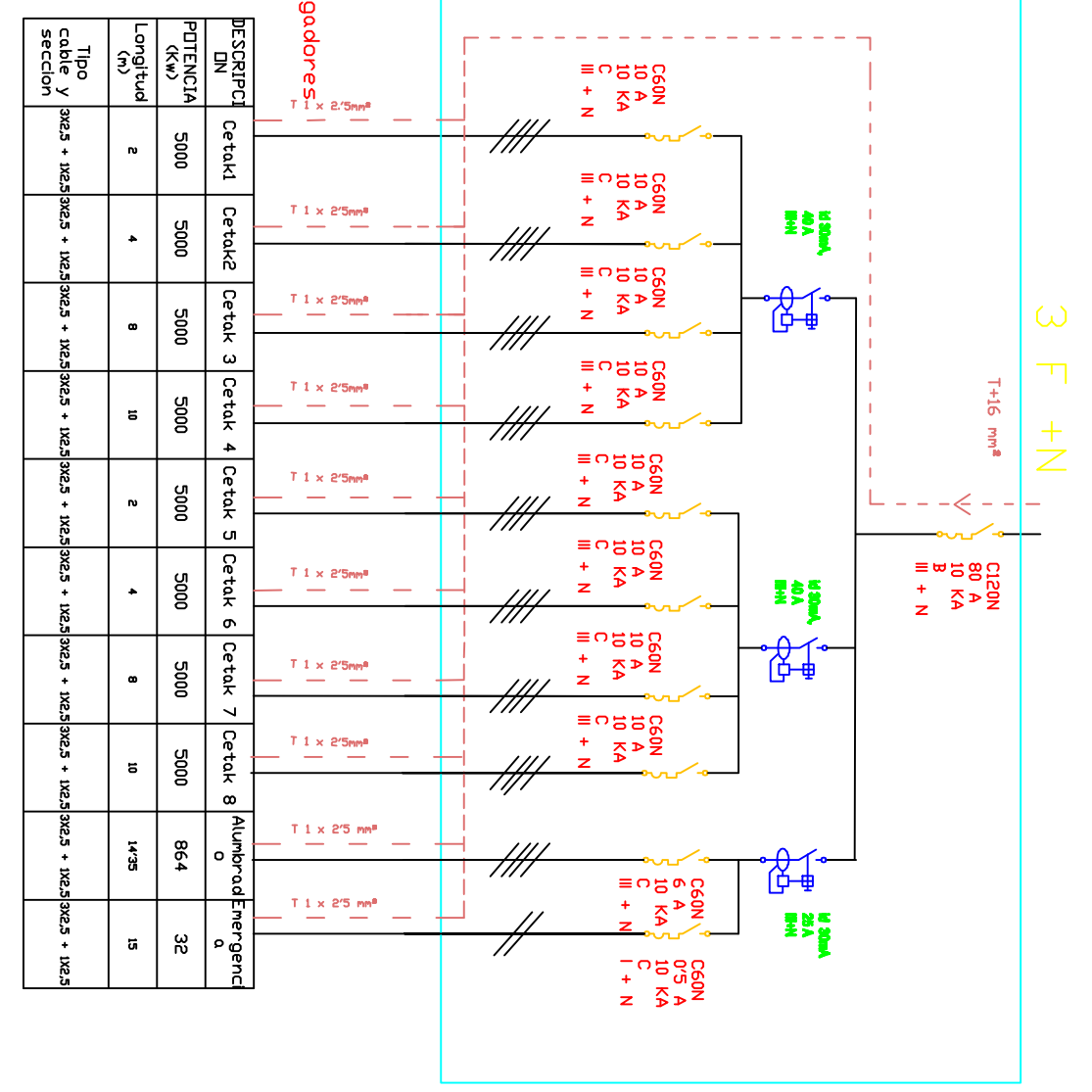
VIENE DE CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION



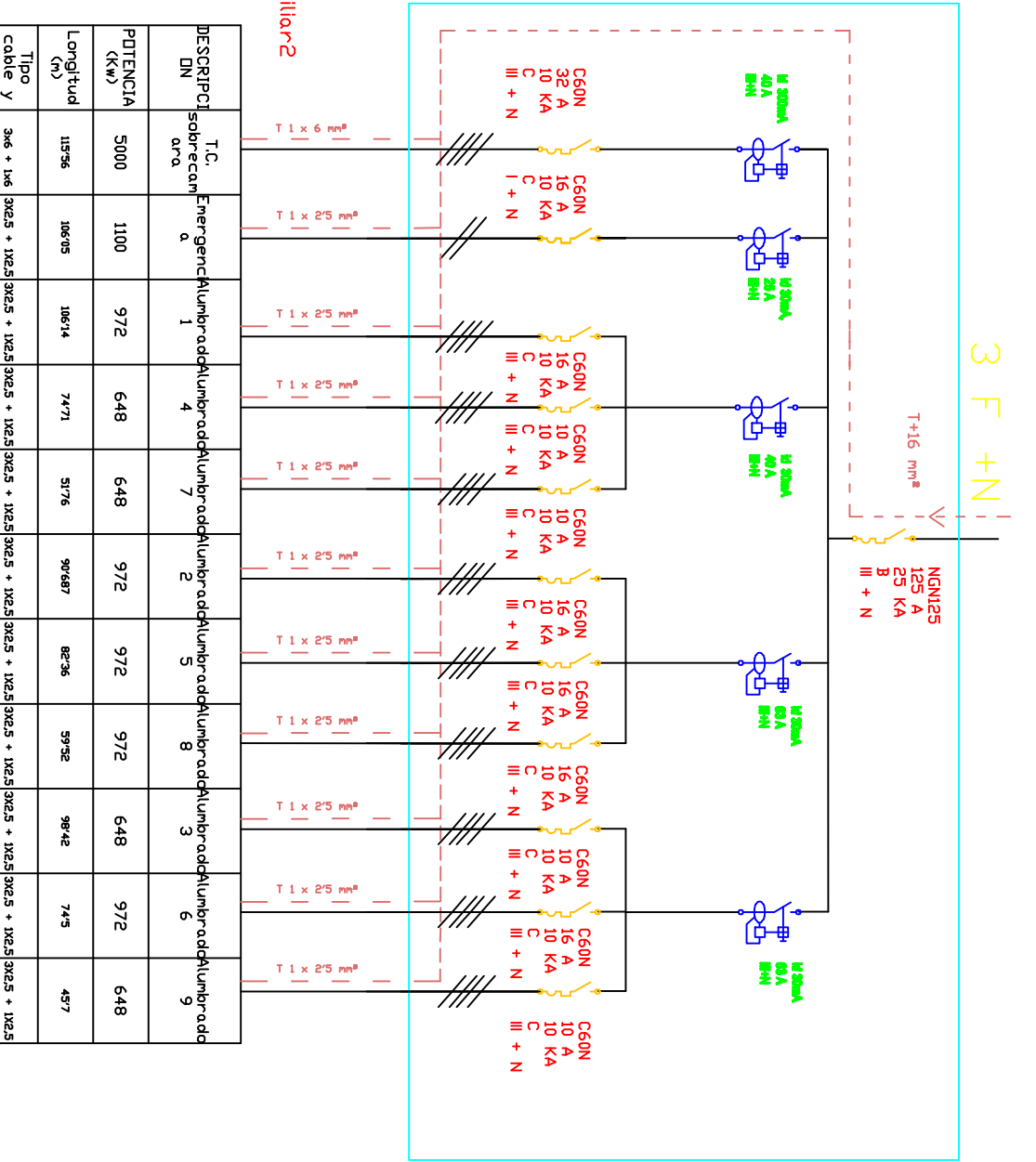
VIENE DE CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION



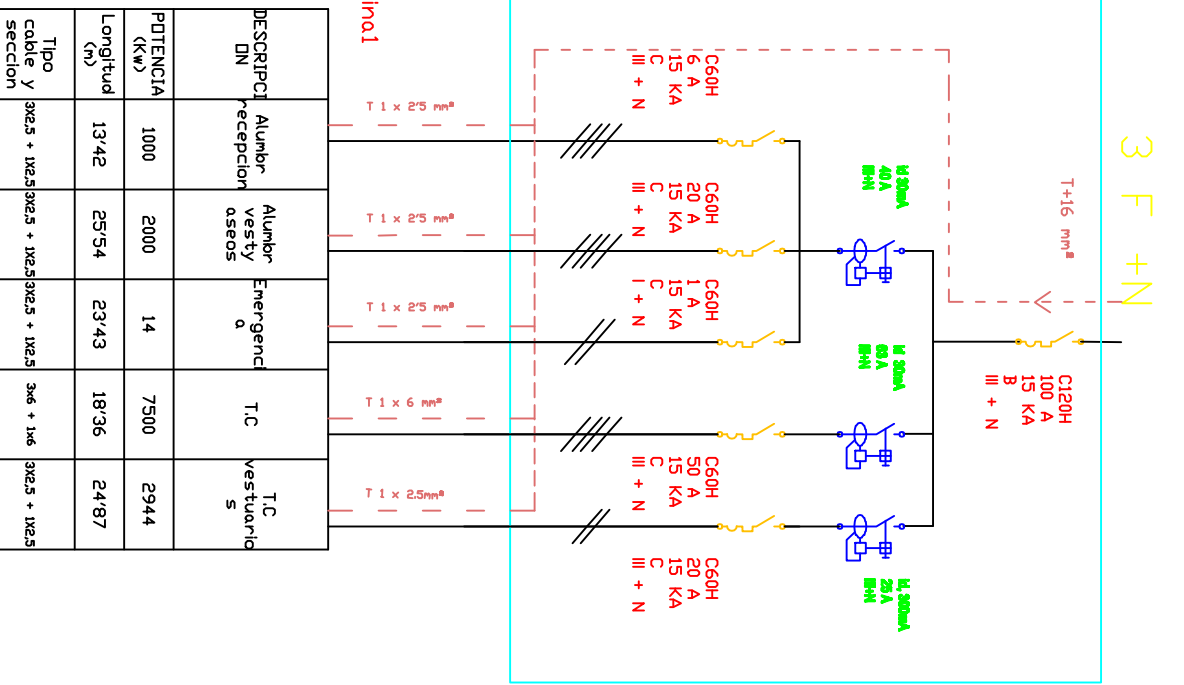
VIENE DE CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION



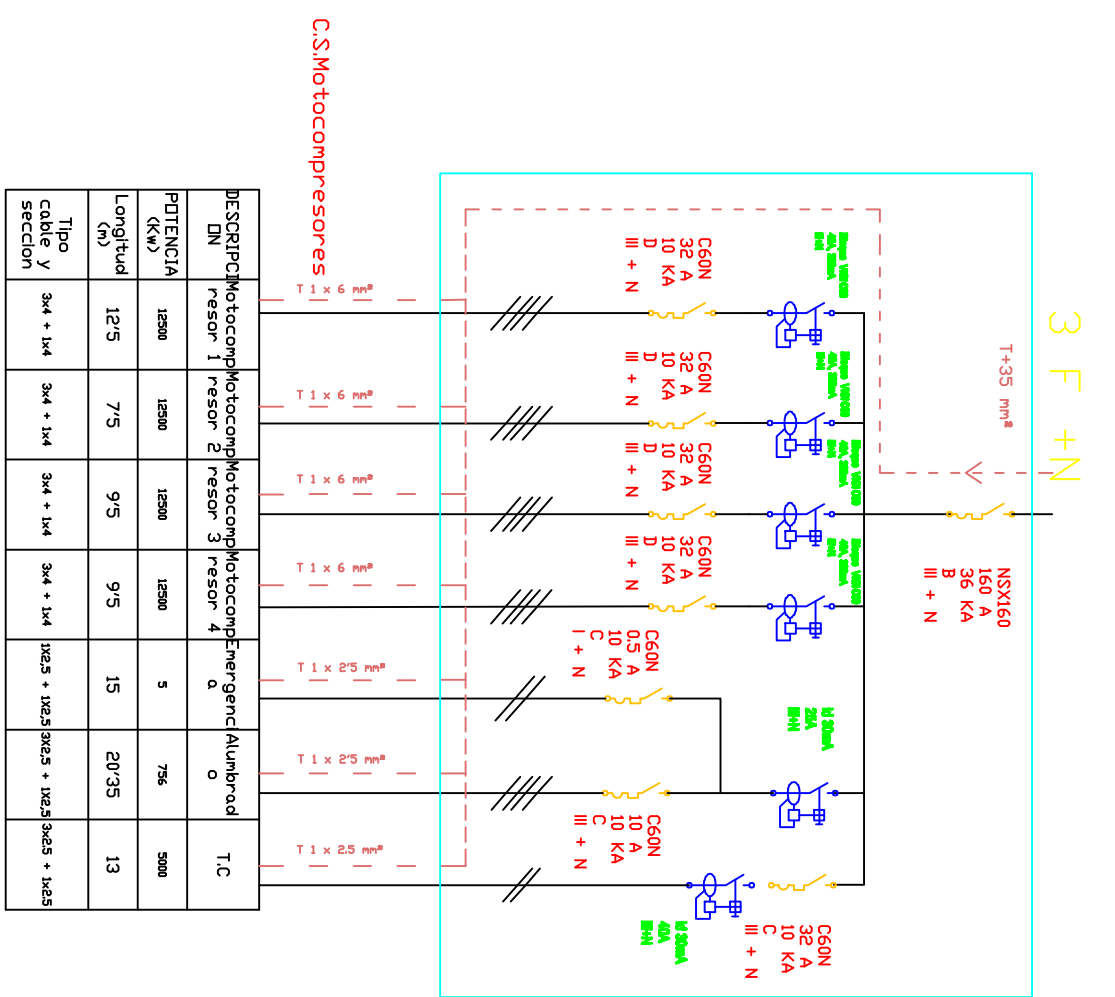
VIENE DE CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION



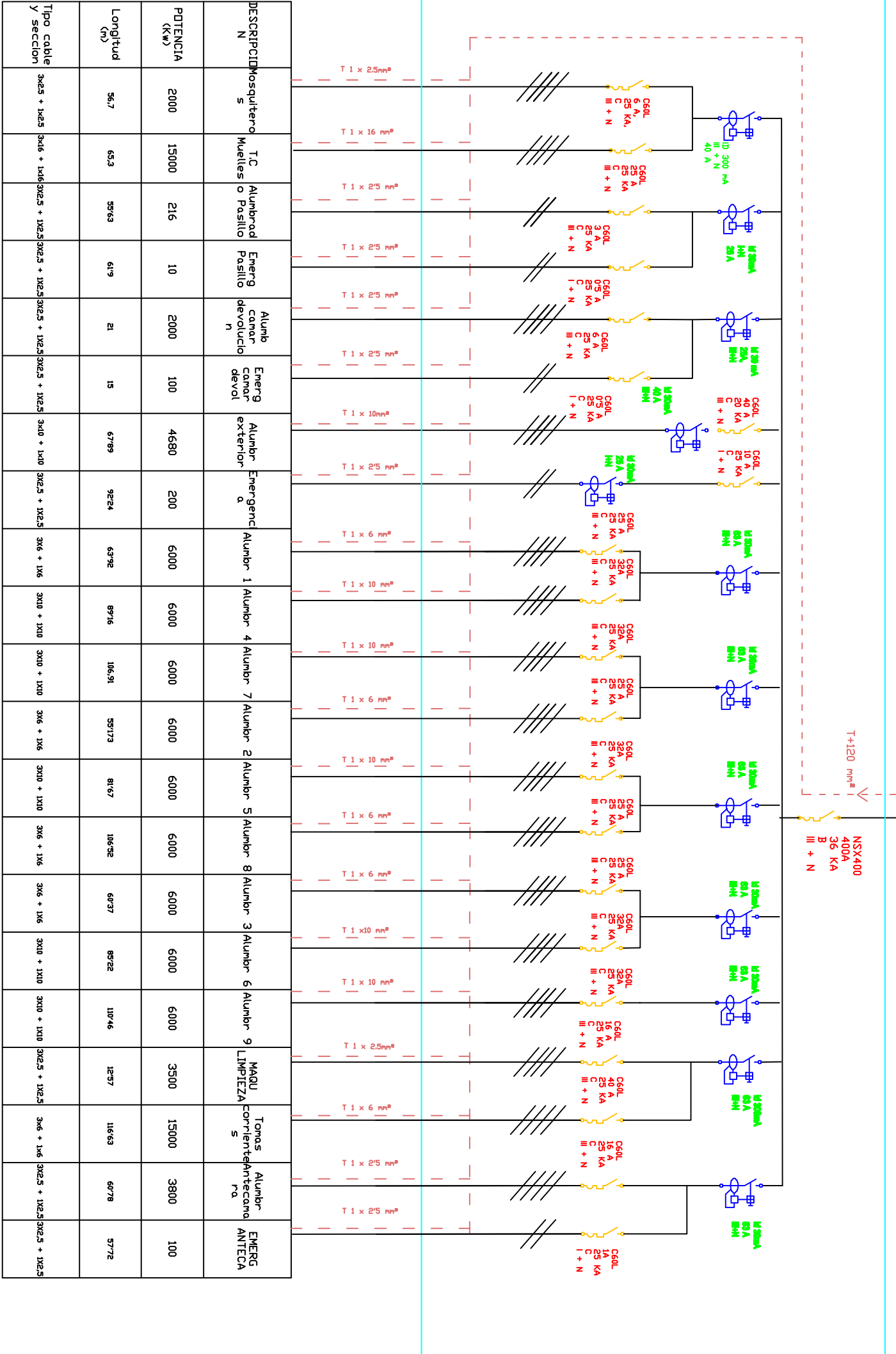
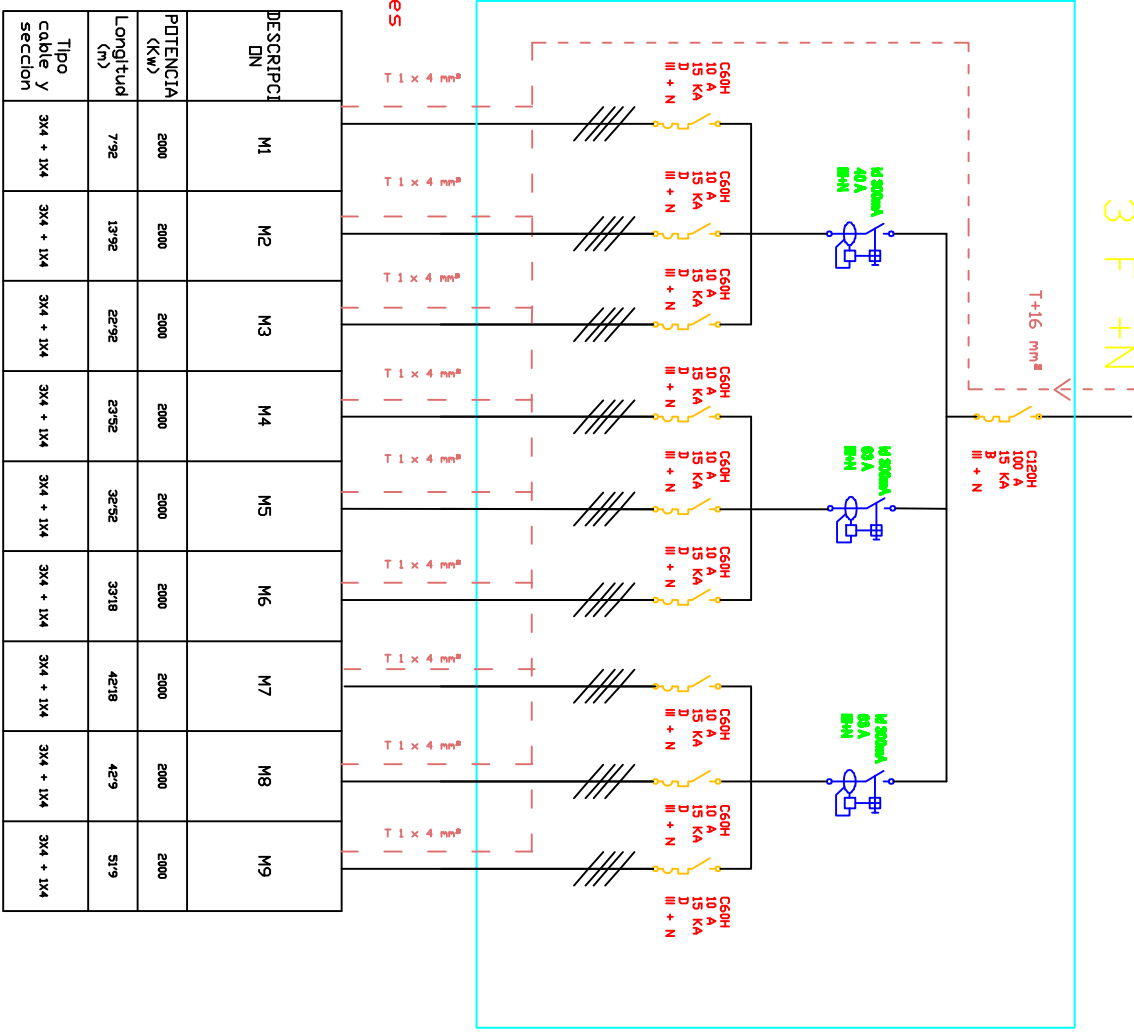
VIENE DE CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION

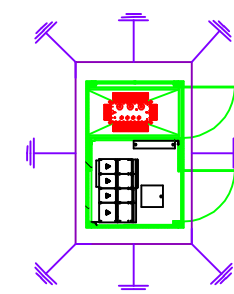
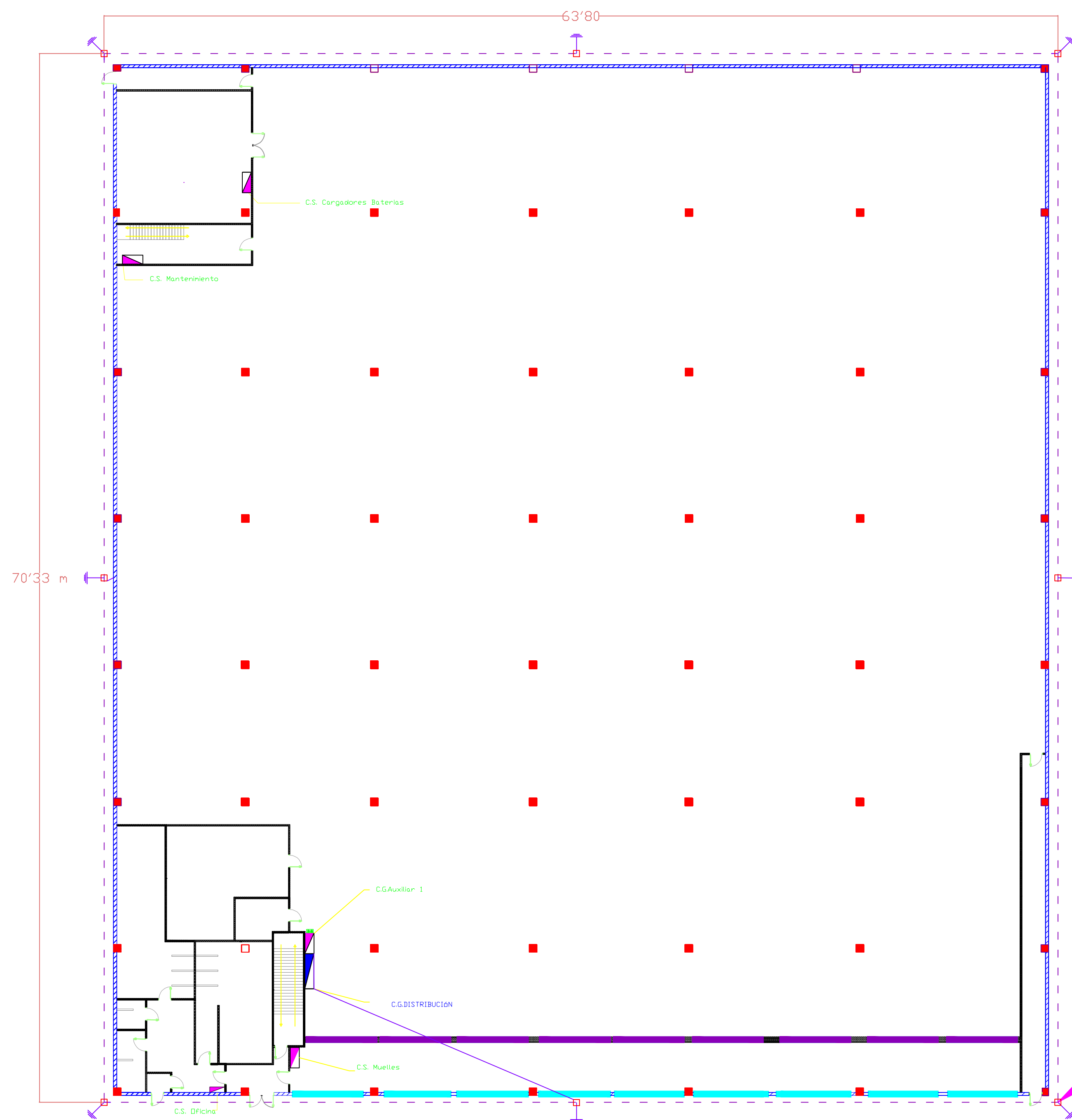


VIENE DE CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION



VIENE DEL C.G.D.





SISTEMA DE TIERRAS

INSTALACION DE PUESTA A TIERRA DE LA NAVE

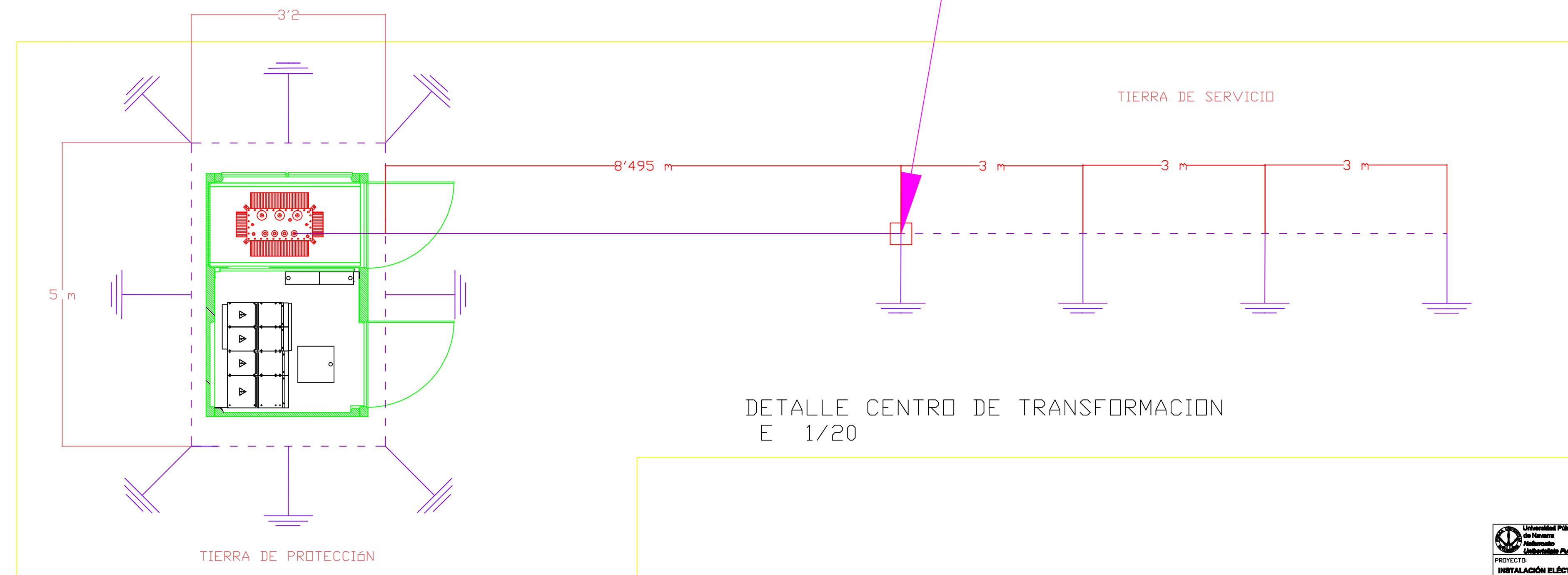
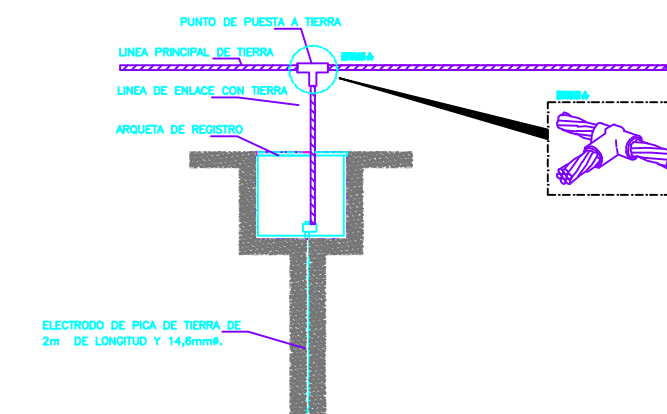
- Caja de medición y seccionamiento de la puesta a tierra
- Puesta a tierra de la Nave, Cable de cobre 50 mm², 30 m
- Cuadro secundario
- Cuadro general de distribución
- Pica enterrada de 2 m de longitud y Ø 14 mm

INSTALACION DE PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACION

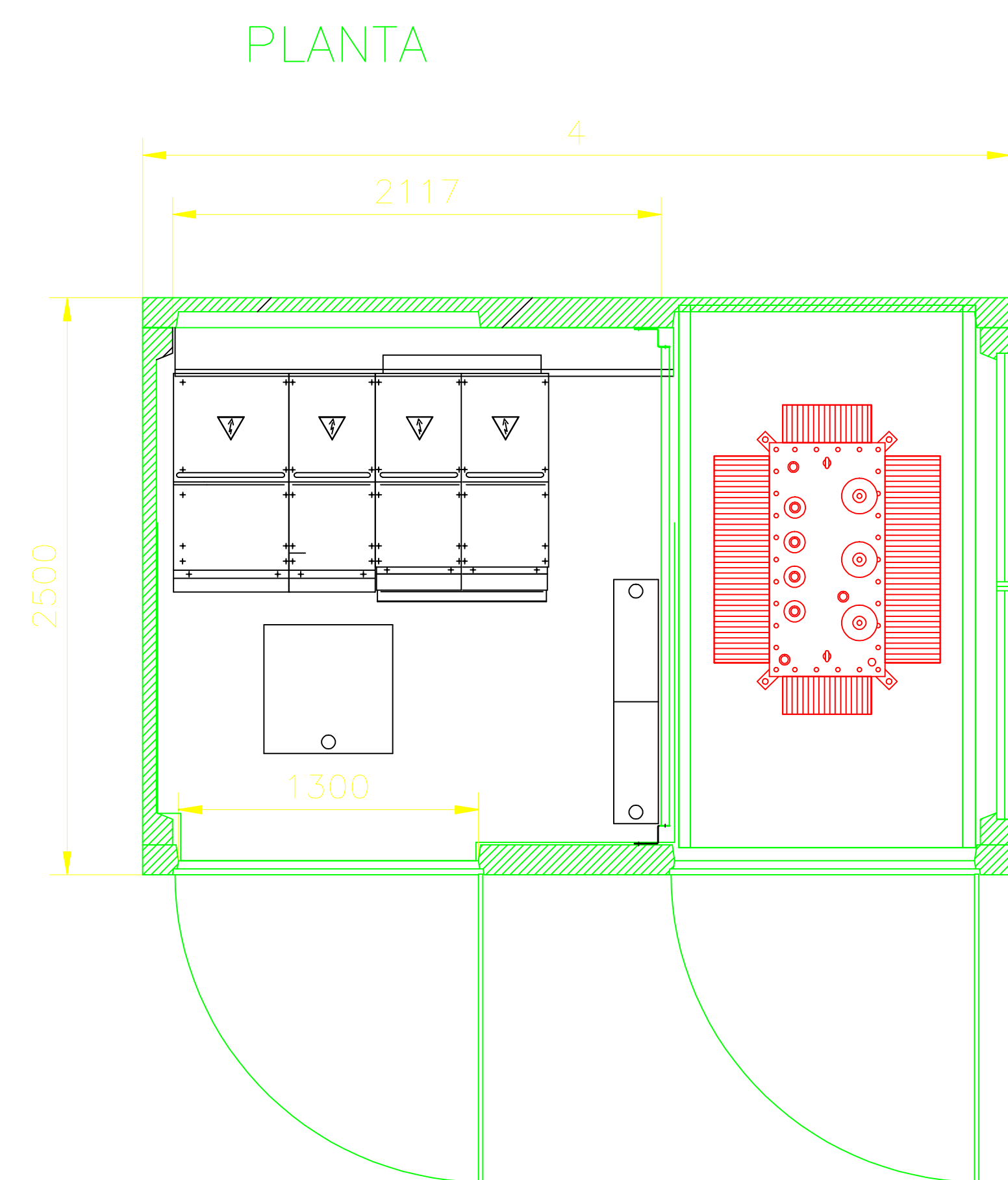
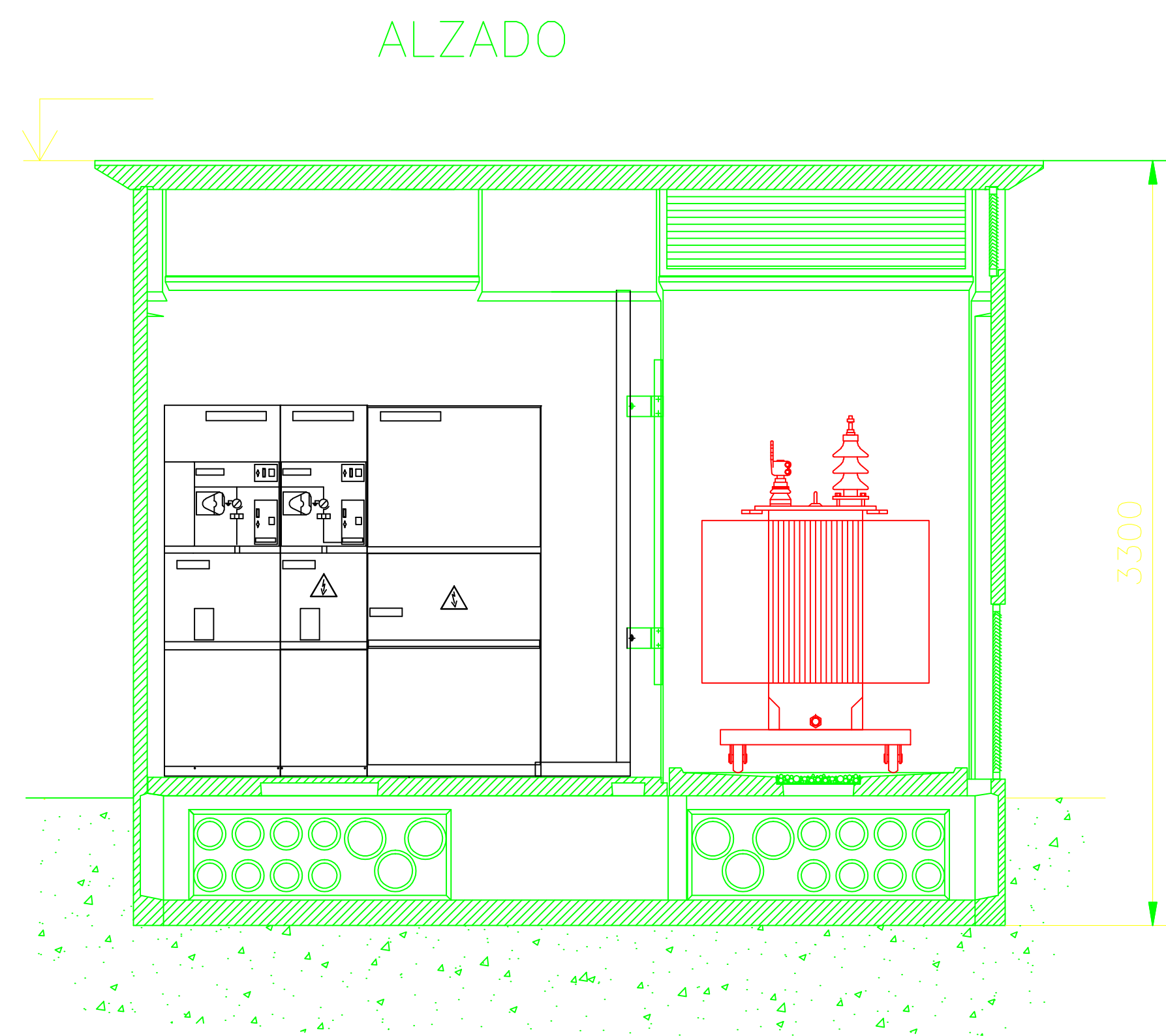
- Arqueta de registro de dimensiones 700mm x 700mm y 1000mm de profundidad
- Pica enterrada de 2 m de longitud y Ø 14 mm
- Conductor de cobre aislado 0/6/1 kV de 50mm²
- Puesta a tierra del C.T, cable de cobre 50 mm²

Arqueta de registro de dimensiones 700mm x 700mm y 1000mm de profundidad

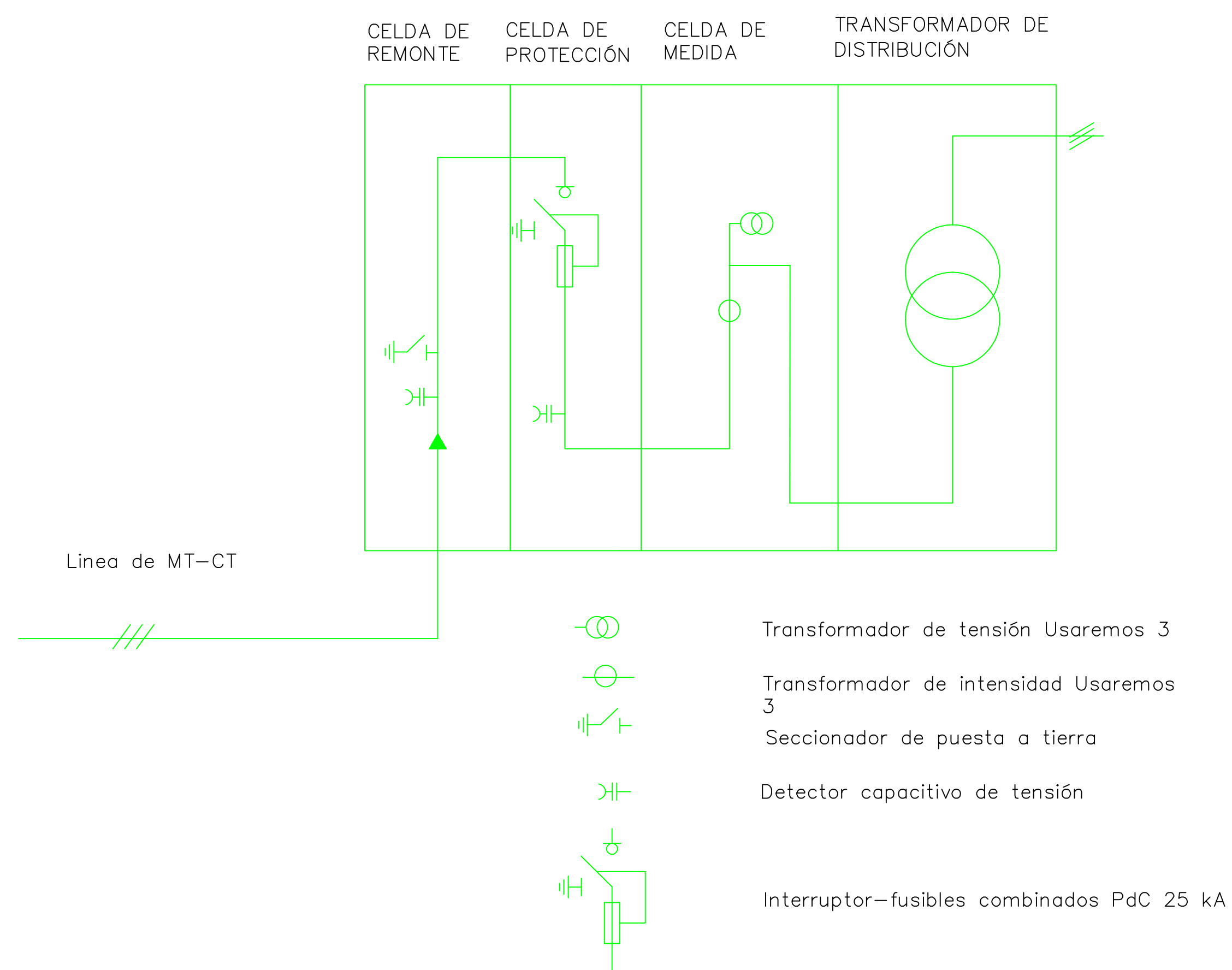
PICA DE PUESTA A TIERRA



DETALLE CENTRO DE TRANSFORMACION E 1/20



ESQUEMA ELÉCTRICO





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

DOCUMENTO N°4: PLIEGO DE CONDICIONES

ASIER SALINAS GARAYOA

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 24 de Febrero 2.011

ÍNDICE

4.1. INTRODUCCIÓN	3
4.2. OBJETO	3
4.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	3
4.3.1. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.	4
4.3.2. TRANSFORMADORES.	6
4.3.3. EQUIPOS DE MEDIDA.	6
4.3.4. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.	7
4.3.5. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.	7
4.3.6. ENSAYOS	8
4.4. CUADROS DE BAJA TENSIÓN	8
4.4.1 CUADRO GENERAL	8
4.4.2. CUADROS SECUNDARIOS	9
4.4.3. EJECUCION DE LAS OBRAS	9
4.4.4. ENSAYOS	10
4.4.4.1. ENSAYOS Y PRUEBAS EN FÁBRICA	10
4.4.4.2. ENSAYOS Y PRUEBAS A REALIZAR EN OBRA:	11
4.5. TUBOS	11
4.5.1. CARACTERISTICAS	11
4.5.1.2. TUBERÍA DE DOBLE CAPA:	11
4.5.2. RECEPCIÓN Y ENSAYOS	12
4.6. CABLES ELÉCTRICOS.	12
4.6.1. CARACTERISTICAS	12
4.6.1.1 CABLE EXHZELLENT XXI 1000V	13
4.6.1.2. CABLE EXHZELLENT XXI 750V	13
4.6.2. EJECUCION DE LAS OBRAS	13
4.6.3. ENSAYOS	14
4.7. LUMINARIAS	14
4.7.1. CARACTERÍSTICAS	14
4.7.1.1. Philips Tcs 260W.	15
4.7.1.2. Philips cabana 250W.	15
4.7.1.3. Philips TBS230	15
4.7.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	15
4.7.3. ENSAYOS	16
4.8. MATERIAL DIVERSO	17
4.8.1. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	18
4.8.2. RECEPCIÓN Y ENSAYOS	19
4.9. PUESTA A TIERRA.	19
4.9.1. ENSAYOS.	20
4.10. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.	20
4.11. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.	21
4.12. ZANJAS PARA CABLES.	21
4.12.1. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	21
4.13. CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE FACULTATIVAS	22
4.14. CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL.	24
4.14.1, RECEPCIÓN PROVISIONAL.	24

4.14.2, ACTA DE COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADO ELÉCTRICOS.	25
4.14.3. MEDICIÓN DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN	25
4.14.4. MEDIDA DE TIERRAS	25
4.14.5. MEDIDA DE AISLAMIENTO	25
4.14.6. MEDICIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	25
4.14.7. COMPROBACIÓN DEL REPARTO DE CARGAS	26
4.14.8. COMPROBACIÓN DE CONEXIONES.	26
4.15. CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.	26
4.16. CONDICINES GENERALES DE ÍNDOLE LEGAL	31

4.1. INTRODUCCIÓN.

El presente Pliego comprende las condiciones especificadas en las Instrucciones del Ministerio de Industria y Energía señaladas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y Reglamento de Centros de Transformación, las Normas UNE, y las Normas Tecnológicas de Edificación (NTE).

Se realiza un recorrido por toda la instalación, repasando sus componentes y enunciando sus características.

4.2. OBJETO

Son objeto del presente Pliego de Condiciones todos los trabajos con inclusión de materiales y medios auxiliares que sean necesarios para llevar a cabo la instalación proyectada que se detalla en Planos y demás documentación del Proyecto, así como todos aquellos otros que con carácter de reforma surjan en el transcurso de los mismos, y aquellos que en el momento de la redacción del Proyecto se hubiesen podido omitir y fuesen necesarios para la completa terminación de las instalaciones a las que se refiere el Proyecto.

La instalación proyectada mencionada se sitúa en la localidad navarra de Orcoyen. Concretamente en la parcela A-1 del polígono industrial “Comarca 1”.

4.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El edificio, local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica descrita en el presente proyecto, cumplirá las Condiciones Generales prescritas en las Instrucciones del MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El Centro será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del Centro (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas, etc.), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc.) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con la norma NBE CPI-96 y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de clase MO de acuerdo con la Norma UNE 23727.

El Centro tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales. Concretamente, no se superarán los 30 dBA durante el periodo nocturno (y los 55 dBA durante el periodo diurno).

Ninguna de las aberturas del Centro será tal que permita el paso de cuerpos

sólidos de más de 12 mm. de diámetro. Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de 2,5 mm de diámetro, y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión.

4.3.1. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Merlin Gerin, compuesta por celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 60298.

Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos, que se enumeran y describen a continuación:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mandos.
- e) Compartimento de control.

a) Compartimento de aparellaje.

Estará relleno de SF6 y sellado de por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de

la instalación (hasta 30 años).

La presión relativa de llenado será de 0,4 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF6, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

b) Compartimento del juego de barras.

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexionadas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.

c) Compartimento de conexión de cables.

Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.

Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.
- Termorretráctiles para cables de papel impregnado.

d) Compartimento de mando.

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

e) Compartimento de control.

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

- | | |
|--|----------------|
| - Tensión nominal | 24 kV. |
| - Nivel de aislamiento: | |
| a) a la frecuencia industrial de 50 Hz | 50 kV ef. 1mn. |
| b) a impulsos tipo rayo | 125 kV cresta. |
| - Intensidad nominal funciones línea | 400 A. |
| - Intensidad nominal otras funciones | 200/400 A. |
| - Intensidad de corta duración admisible | 16 kA ef. 1s. |

INTERRUPTORES-SECCIONADORES.

En condiciones de servicio, además de las características eléctricas expuestas anteriormente, responderán a las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta.
- Poder de corte nominal de transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 25 A.
- Poder de corte (sea por interruptor-fusibles o por interruptor automático): 12.5 kA ef.

PUESTA A TIERRA.

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25 x 5 mm. conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

4.3.2. TRANSFORMADORES.

El transformador a instalar será trifásico, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, encapsulado en resina epoxy, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en la memoria.

4.3.3. EQUIPOS DE MEDIDA.

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la celda de medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y reactiva ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de

forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardado las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en la celda. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

CONTADORES.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas están especificadas en la memoria.

CABLEADO.

La interconexión entre los secundarios de los transformadores de medida y el equipo o módulo de contadores se realizará con cables de cobre de tipo termoplástico (tipo EVV-0.6/1kV) sin solución de continuidad entre los transformadores y bloques de pruebas.

Para cada transformador se instalará un cable bipolar que para los circuitos de tensión tendrá una sección mínima de 6 mm², y 6 mm² para los circuitos de intensidad.

La instalación se realizará bajo un tubo flexo con envolvente metálica.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrá en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la Compañía Suministradora.

4.3.4. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de IBERDROLA.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

4.3.5. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Las celdas se colocarán en el lugar indicado en los planos. La colocación en lugar distinto al indicado, deberá ser aprobada por el Ingeniero Director. El instalador deberá realizar, en este caso, los planos de montaje necesarios, en los cuales se indiquen los nuevos canales para paso de conductores y cualquier otra instalación que, como consecuencia del cambio, se vea afectada. El conjunto de las nuevas instalaciones deberá ser aprobado por el Ingeniero Director.

La barra de puesta a tierra se conectará a lo largo de todas las celdas y a la deberán conectarse todas las envolventes de las celdas y los elementos metálicos que tengan acceso directo. En los extremos de la barra, se conectará el cable principal de tierra con elementos apropiados de conexión.

Todas las armaduras y pantallas de los cables deberán ponerse a tierra.

La propiedad recibirá a la entrega de la instalación planos definitivos del montaje, con indicación de los datos referentes a resistencia de tierra, obtenidos en las mediciones efectuadas, así como los correspondientes a potencias máximas de utilización y márgenes de ampliación, si hubiesen sido tenidos en cuenta en el Proyecto.

En general, las obras e instalaciones se realizarán cumpliendo las instrucciones técnicas complementarias aprobadas en el reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

El contratista deberá cuidar y responsabilizarse de que, por parte del personal que realiza los trabajos, se cumplan las normas reguladas en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y en especial los Artículos 62 y 66.

4.3.6. ENSAYOS.

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA, conforme a las cuales está fabricada.

Asimismo, una vez ejecutado la instalación, se procederá, por parte de una entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

4.4. CUADROS DE BAJA TENSION

4.4.1 CUADRO GENERAL

Los cuadros de Baja Tensión se ajustarán a las normas UNE: 20.324, 20.098, 48.103 y la Norma NIDSA 59.49-1. Además cumplirán con la Norma UNE-EN 60.439.1, CEI 439.1, aunque éstas últimas no son aún obligadas, pero sí son aconsejables.

El cuadro general será de tipo Prisma Plus P, con todas las conexiones, soporte, tapas y demás accesorios.

El cableado se realizará ordenadamente con recorridos claros, de forma que sean fácilmente identificables los circuitos. Todo el cable irá señalizado en sus dos extremos. El cableado de unión entre los aparatos de puertas y los situados en bastidor, se realizarán de tal forma que pueda abrirse el cuadro fácilmente y sin deterioro de los cables de unión. La puerta del cuadro irá conectada a la tierra de éste mediante malla de cobre.

Las conexiones se realizarán mediante bloques de bornas. Las piezas bajo tensión desnudas estarán separadas entre sí y con respecto a las paredes por una distancia no inferior a 1,5 cm. Las entradas de canalizaciones al cuadro estarán perfectamente selladas y de ser metálicas, tendrán las aristas matadas y aisladas, para evitar dañar el aislamiento de los conductores.

Estarán etiquetados todos los interruptores, indicando la función de cada uno de ellos, así como todos los aparatos de señalización y medida, de manera que se tenga una indicación clara de sus funciones.

Todos los conductores que entran y salen del cuadro estarán señalizados con la misma indicación que la borna a la que están conectados y formarán en su unión a ésta, un bloque que facilitará la medida de consumo.

4.4.2. CUADROS SECUNDARIOS

Este tipo de cuadros cumplirá con las Normas UNE antes citadas. Se instalarán en pared. En él se instalarán todos los elementos de protección (automáticos y diferenciales) de las líneas que componen la instalación eléctrica de la habitación.

Serán:

- Tipo: Cofret Pragma 13 de Merlin Guerin.
- Tipo: Cofret Pragma 18 de Merlin Guerin.
- Grado de protección: IP40 e IP65.

4.4.3. EJECUCION DE LAS OBRAS

Los cuadros se colocarán en el lugar indicado por los planos. La colocación en lugar distinto al indicado deberá ser aprobado por el Ingeniero Director. El instalador deberá, en este caso, realizar los planos de montaje necesarios donde se indiquen los nuevos canales para paso de conductores y cualquier otra instalación que como consecuencia del cambio se vea afectada. El conjunto de las nuevas instalaciones deberá ser aprobado por el Ingeniero Director.

Los cuadros vendrán equipados con su aparellaje, de fábrica o del taller del instalador. Tanto los materiales como su montaje e instalación cumplirán con la normativa vigente.

El transporte y colocación de los cuadros se hará con elementos de transporte y útiles adecuados como carretilla de horquillas o dispositivo de elevación. Los cuadros, durante los trabajos de colocación, serán arrastrados sobre el suelo lo menos posible y en caso de hacerlo, se asegurará que los mismos no sufren deterioro alguno. Se seguirán las recomendaciones del fabricante.

El nivelado de los cuadros será total a fin de que los interruptores automáticos puedan insertarse sin dificultad.

La barra de puesta a tierra se conectará a lo largo de todos los cuadros y a la misma deberán conectarse todas las envolventes de los elementos metálicos que tengan acceso directo. En los extremos de la barra, se conectará el cable principal de tierra, con elementos apropiados de conexión.

Cuando los cuadros sean enviados a la obra, en más de un conjunto, éstos se ensamblarán teniendo en cuenta la alineación y nivelación. Asimismo, se ensamblarán los conjuntos siguiendo las instrucciones del fabricante, sobre todo en la unión de los embarrados y en el cableado entre conjuntos.

Especial precaución deberá tenerse en la secuencia de fases y en el marcado de los cables.

Todas las armaduras de los cables deberán ponerse a tierra.

4.4.4. ENSAYOS

4.4.4.1. ENSAYOS Y PRUEBAS EN FÁBRICA

Se realizarán los siguientes ensayos de rutina especificados en las Normas:

- a) Inspección del cableado y de funcionamiento eléctrico, así como comprobación de marcas y etiquetas.
- b) Ensayos dieléctricos de los circuitos principales y auxiliares, salvo elementos que por sus características no puedan someterse a la tensión de ensayo, tales como circuitos electrónicos.
- c) Verificación de las medidas de protección y de la continuidad eléctrica de los circuitos de protección.

El fabricante adjuntará a los planos e información técnica, protocolos de los ensayos y certificados de prueba de cortocircuitos tipos.

4.4.4.2. ENSAYOS Y PRUEBAS A REALIZAR EN OBRA:

Serán los siguientes:

- a) Repaso general de toda la instalación, limpiando todos los posibles residuos de la misma, así como revisar el posible olvido de algún útil o herramienta.
- b) Medida de aislamiento y timbrado tanto del circuito principal como de los circuitos auxiliares y de control.
- c) Operación normal de todos los elementos de corte.
- d) Introducir tensión de control y operar los elementos de mando. Muy importante es verificar el reglaje de los relés de protección y comprobar los circuitos de disparo.
- e) A1 dar tensión a los cuadros, despejar la zona y poner señales de peligro para evitar que personas ajenas a la instalación accedan a la misma.
- f) Una vez que se haya introducido tensión en algún cuadro se deberá poner un cartel o señal indicando "Cuadro en tensión" hasta finalizar las obras.

4.5. TUBOS

4.5.1. CARACTERÍSTICAS

4.5.1.2. TUBERÍA DE DOBLE CAPA:

Sus características serán las siguientes:

- Material: la interior lisa de polietileno y la exterior corrugada y de polietileno de alta densidad.
- Resistencia a la compresión: 450 N.
- Montaje: enterrado.
- Varios: Muy buen comportamiento frente a ácidos; bases y disolventes orgánicos. Estabilizado frente a la radiación UV. Libre de halógenos.
- Normas: UNE-EN-50086-2-4/A1

Por este tipo de tubo discurrirán las instalaciones subterráneas.
Los tubos descansarán sobre una capa de arena de río de espesor no inferior a 5 cm. o, en el caso de cruce de calzada, se rodearán de una capa de hormigón en masa con un espesor mínimo de 8 cm.

La superficie exterior de los tubos quedará a un a distancia mínima de 50 cm. por debajo del nivel del suelo o pavimento terminado, y, en el caso de cruce de calzada, esta distancia será de 60 cm. como mínimo.

Se cuidará que el acoplamiento entre los tubos quede perfecto, de manera que en las juntas no queden cantos vivos, ni que por ellas pueda entrar agua, tierra o lodos.

Los cambios de dirección se realizarán con elementos adecuados y respetando los radios de curvatura adecuados. Los cambios importantes de dirección se realizarán mediante arquetas. Antes del tapado de los mismos, se procederá a su inspección por el Ingeniero Director.

Para el cruce de los tubos con otros servicios, paralelismos, proximidad con vías de ferrocarril y otras consideraciones, se mantendrán las distancias y se cumplirán las recomendaciones indicadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

El tapado de los tubos se realizará de forma que los 10 o 15 primeros sea arena seleccionada procedente de la excavación, que estará libre de piedras. El resto será arena procedente de la excavación, que será compactada con maquinaria apropiada para tal fin.

4.5.2. RECEPCIÓN Y ENSAYOS

La recepción de los materiales se hará comprobando que cumplan las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las NTE, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o, en su defecto, las normas UNE indicadas en la NTE-IEB/1974, "Instalaciones de Electricidad: Baja Tensión" y en la NTE-IER/1984: "Instalaciones de Electricidad: Red Exterior".

Cuando el material o equipo llegue a obra con el Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de no aceptación automática, serán fijados en la NTE-IEB/1974, "Instalaciones de Electricidad: Baja Tensión" y en la NTE-IER/1984: "Instalaciones de Electricidad: Red Exterior".

4.6.CABLES ELÉCTRICOS.

Los conductores aislados serán del tipo y denominación que se fijan en el Proyecto y para cada caso particular, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido. Se ajustarán a las normas UNE: 21.031, 21.022, 21.023 y 21.123.

No se admitirán empalmes de hilo en el interior de los tubos, debiéndose realizar en las cajas de derivación mediante el empleo de bornas o tornillos.

Los cables que van del CT al cuadro de BT serán del tipo RV 0,6/1 KV, salvo que en Memoria o Presupuesto se especifique otro diferente.

El resto de cables, exceptuando las instalaciones subterráneas, serán de cobre de 750 V y 1KV.

4.6.1. CARACTERISTICAS

4.6.1.1 CABLE EXHZELLENT XXI 1000V

- Designación: RZ1-K.
- Tensión de aislamiento: 1000v.
- Tipo de aislamiento: aislamiento XLPE y cubierta de Poliolefina.
- Formación del cable: unipolar.
- Sección del conductor: según Planos y Memoria.
- Formación del conductor: cobre clase 5.
- Temperatura máxima 90 °C.
- Libre de halógenos y no propagador de la llama.

4.6.1.2. CABLE EXHZELLENT XXI 750V

- Designación: 07Z1-K
- Tensión de aislamiento: 750V.
- Tipo de aislamiento: Poliolefina.
- Formación del cable: unipolar.
- Sección del conductor: según Planos y Memoria.
- Formación del conductor: cobre clase 5.
- Temperatura máxima 70 °C.

4.6.2. EJECUCION DE LAS OBRAS

Todos los cables se enviarán a obra en bobinas normalizadas y debidamente protegidas con duelas.

El tendido de los cables se hará con sumo cuidado, con medios adecuados al tipo de cable, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas.

No se curvarán los cables en radios inferiores a los recomendados por el fabricante y que, en ningún caso, serán inferiores a 10 veces su diámetro, ni se enrollarán con diámetros más pequeños que el de la capa inferior asentada sobre bobina de fábrica.

No se colocarán cables durante las heladas, ni estando estos demasiado fríos debiendo, por lo menos, permanecer 12 horas en almacén a 20°C. antes de su colocación, sin dejarlos a la intemperie más que el tiempo preciso para su instalación.

Los aislamientos de la instalación deberán ser los reglamentados en función de la tensión del sistema.

Los cables para cada uno de los distintos sistemas de alimentación, estarán convenientemente identificados y separados en el trazado, de manera que sean fácilmente localizables.

Los cables estarán canalizados en bandejas o tubos, según los sistemas previstos en la instalación, y de acuerdo a lo indicado en los planos de planta y esquemas unifilares.

Las secciones serán las indicadas en los Planos y la Memoria. Cualquier cambio de sección de conductores deberá ser aprobado por el Ingeniero Director.

Se utilizarán los colores de cubiertas normalizados. Los cables correspondientes a cada circuito se identificarán convenientemente en el inicio del circuito al que corresponden y durante su recorrido, cuando las longitudes sean largas o cuando por los cambios de trazado, sea difícil su identificación. Para ello se utilizará cinta aislante, etiquetas y otros elementos de identificación adecuados.

Los empalmes y conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones, por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Los conductores de sección superior a 6 mm², deberán conectarse por medio de terminales adecuados, cuidando siempre de que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Los cables se instalarán en los conductores utilizando guías adecuadas y no sometiendo los cables a rozaduras que puedan perjudicar el aislamiento y cubierta de los mismos.

En general, para la instalación de conductores, se seguirán las normas indicadas en la MIBT-018. Así mismo se observarán las recomendaciones de la NTE-IEB y la norma UNE correspondiente.

4.6.3. ENSAYOS

La recepción de los materiales, se hará comprobando que cumplen las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las NTE, en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o, en su defecto, las normas UNE indicadas en la NTE-IEB/1974, "Instalaciones de electricidad: Baja Tensión" y en la NTE-IER/1984: "Instalaciones de electricidad: Red Exterior".

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de no aceptación automática, serán los fijados en la NTE-IEB/1974, "Instalaciones de electricidad: Baja Tensión" y en la NTE-IER/1984: "Instalaciones de electricidad: Red Exterior".

4.7. LUMINARIAS

4.7.1. CARACTERÍSTICAS

4.7.1.1.Philips TCS 260w.

- Montaje: Superficie.
- Equipo de encendido: incorporado y cableado para 220 V, 50 Hz.
- Grado de protección: IP20.
- Lámparas: de descarga compacta SON de 2x54W.

4.7.1.1. Philips cabana 250w.

- Montaje: suspendida.
- Equipo de encendido: incorporado y cableado para 220 V, 50 Hz.
- Grado de protección: IP20.
- Lámparas: de descarga compacta SON de 400W.

4.7.1.2.Philips TBS230

- Montaje: empotrada en techo.
- Equipo de encendido: incorporado y cableado para 220 V, 50 Hz.
- Grado de protección: IP20.
- Lámparas: 4 unidades de fluorescentes TLD de 18W o TL5 de 14W.

.

4.7.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las luminarias serán suministradas con todos sus elementos conexicionados y montadas.

Las luminarias irán colocadas donde se indique en los planos, tomándose esta posición como orientativa, ajustándose la posición exacta de acuerdo con los cálculos luminotécnicos definitivos realizados con las luminarias seleccionadas, que deberán haber sido aprobadas anteriormente por el Ingeniero Director.

Las luminarias irán sustentadas sobre el apoyo o anclaje que se indique en el Proyecto o el que aconseje el fabricante. La fijación de los apoyos se realizará con los materiales auxiliares adecuados, de manera que queden instalados con la inclinación prevista. Cualquiera que sea el sistema de fijación utilizado, la luminaria quedará rígidamente sujeta de modo que no pueda girar u oscilar.

Cuando las luminarias tengan que ser mecanizadas para su montaje, se realizarán operaciones y se utilizarán los elementos auxiliares necesarios, de forma que se mantenga el grado de protección original de diseño.

Las luminarias se conectarán a tierra, mediante el conductor de protección, al tornillo de puesta a tierra de las luminarias.

Todos los receptores de alumbrado deberán cumplir las normas indicadas en la Instrucción MI BT 032. Para su instalación se seguirá en general las indicaciones de la misma Instrucción.

Todas las luminarias cumplirán con la Norma UNE 20.447 (CEI 598).

Los aparatos autónomos para alumbrado de emergencia serán con lámparas de fluorescencia y cumplirán con la Norma UNE 20.392.

Tanto las reactancias como los condensadores de las lámparas fluorescentes cumplirán con sus respectivas Normas UNE.

4.7.3. ENSAYOS

La recepción de las luminarias se hará comprobando que cumplen con las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la NTE, en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o, en su defecto, las Normas UNE indicadas en la NTE-IEI/1975: "Instalaciones de electricidad: alumbrado interior".

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de no aceptación automática, serán los fijados en la norma tecnológica antes citada.

Además, el Ingeniero Director podrá someter a las pruebas que considere necesarias cualquier elemento o parte de la luminaria, para lo que el contratista deberá poner a su disposición el personal que sea necesario. Igualmente, podrá exigir pruebas emitidas por Laboratorios competentes donde se indiquen las características de los ensayos.

Las lámparas deberán someterse a los siguientes ensayos y medidas:

- Medida del consumo de la lámpara.
- Medida del flujo luminoso inicial.
- Ensayo de duración para determinar la vida media.
- Ensayo de depreciación, midiendo el flujo luminoso emitido al final de la vida útil indicada por el fabricante.

Para realizar los ensayos y medidas se tomarán, como mínimo, 10 lámparas, considerando como resultado de los mismos el promedio de los distintos valores obtenidos.

Se procederá a realizar las medidas de iluminación media y del factor de uniformidad los cuales estarán de acuerdo con los valores de diseño del Proyecto.

Las luminarias serán suministradas con todos sus elementos conexicionados y con certificado de Origen-Industrial que acredite el cumplimiento de sus características, normas y disposiciones.

4.8. MATERIAL DIVERSO

Dentro de este apartado quedan englobados los siguientes mecanismos: interruptores, conmutadores, contactores, bases de enchufes, cajas de derivación, etc.

Todos los aparatos citados llevarán inscritos en una de las partes principales y de forma bien legible la marca de fábrica, así como la tensión e intensidad nominales. Los aparatos de tipo cerrado llevarán una indicación clara de su posición de abierto y cerrado. Los contactos tendrán dimensiones adecuadas para dejar paso a la intensidad nominal del aparato, sin excesivas elevaciones de la temperatura. Las partes bajo tensión deberá estar fijadas sobre piezas aislantes, suficientemente resistentes al fuego, al calor y a la humedad y con la conveniente resistencia mecánica.

Las aperturas para entradas de conductores deberán tener el tamaño suficiente para que pueda introducirse el conductor correspondiente con su envoltura de protección.

Todos los interruptores, conmutadores y contactores de hasta 25 A. deberán estar contruidos para 380 V. como mínimo. Las distancias entre las partes en tensión y entre éstas y las partes de protección deberán ajustarse a las especificadas por las reglamentaciones correspondientes. Los mismos aparatos con intensidad superior a 25 A. deberán además estar contruidos de forma que las distancias mínimas entre contactos abiertos y entre los polos no sean inferiores a las siguientes:

- 5 a 6 mm. para los de 25 a 125 A.

- 6 a 10 mm. para los de más de 125 A.

La parte móvil debe servir únicamente de puente entre contactos de entrada y salida. Las piezas de contacto deberán tener elasticidad suficiente para asegurar un contacto perfecto y constante. Los mandos serán de material aislante. Los soportes para conseguir la ruptura brusca no servirán de órganos de conducción de la corriente.

En los contactores, la temperatura de los devanados de las bobinas no será superior a las admitidas en las reglamentaciones vigentes, debiéndose especificar el tiempo propio de retardo de desconexión. Todos los contactores deberán tener el enganche impedido, mientras no desaparezca la causa que le produjo la desconexión.

Todo el material comprendido en este apartado deberá haber sido sometido a los ensayos de tensión, aislamiento, resistencia al calor y comportamiento al servicio exigidos en esta clase de aparatos, en las normas UNE 20.109, 20.353, 20.361 y 20.362 (CEE 24).

Las cajas de derivación serán de cloruro de polivinilo (PVC). Su montaje se hará sujeto a la bandeja, como se muestra en el plano de detalles. Tanto la tapa como todos los complementos necesarios para su montaje serán también de PVC. Además cumplirán con las Norma UNE 53.030.

4.8.1. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Los interruptores se colocarán en el lugar indicado en los Planos, a una altura de 1,10 m. sobre el nivel del suelo.

Las bases de enchufes se instalarán a 0,20 m. sobre el nivel del suelo, salvo que en los Planos se indique otra cosa.

Cualquier cambio de situación de estos elementos deberá ser aprobada por el Ingeniero Director.

Las placas de conexión se instalarán en el interior de cajas de policarbonato estancas. Sobre las placas se fijarán los elementos tales como cremas y bases portafusibles en vía de perfil DIN.

Las cajas de registro y derivación se colocarán acopladas a la bandeja que discurre por falso techo y el forjado, salvo donde se indique lo contrario. Se fijarán mediante consolas verticales y de suspensión.

La entrada de tubos se realizará con racores adecuados, placas de adaptación o roscados directamente, garantizando el grado de protección del equipo o elemento al cual se conectan.

La entrada de conductores se realizará mediante prensaestopas adecuado al tipo de cable, garantizando el grado de protección del equipo o elemento al cual se conecta.

Las conexiones de los cables se realizarán mediante bornas de capacidad adecuada a las secciones de los cables a instalar. Cuando haya varios circuitos distintos a conectar, se instalarán varias cajas de derivación y conexión.

Se esmerará la colocación de los aparatos, así como todos los elementos empotrados, a fin de evitar correcciones posteriores. Se dejarán rabillos de conexión lo suficientemente largos para permitir la fácil revisión de los mismos.

Todas las partes de la caja y del mecanismo accesible al contacto normal serán de material aislante. Las partes metálicas bajo tensión deberán estar fijadas sobre piezas aislantes al fuego, al calor y a la humedad, teniendo además la resistencia mecánica necesaria.

Tanto los aparatos de alumbrado como las bases de enchufes deberán estar equipadas con el correspondiente borne de tierra.

4.8.2. RECEPCIÓN Y ENSAYOS

La recepción de los materiales se hará comprobando que cumplan las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las NTE, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o, en su defecto, las normas UNE indicadas en la NTE-IEB/1974, "Instalaciones de Electricidad: Baja Tensión".

Cuando el material o equipo llegue a obra con el Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de no aceptación automática, serán fijados en la NTE-IEB/1974, "Instalaciones de Electricidad: Baja Tensión".

4.9. PUESTA A TIERRA.

La puesta a tierra se realizará de la forma indicada en el Proyecto y cumplirá con lo estipulado en la Instrucción MI-BT-039 del R.E.B.T. y con la NTE-IEP: "Instalaciones de electricidad: puesta a tierra".

Para conseguir una adecuada puesta a tierra y asegurar con ello unas condiciones mínimas de seguridad, deberá realizarse la instalación de acuerdo con las indicaciones siguientes:

- La puesta a tierra se hará formando una malla con cables desnudos de cobre de 50 mm². de sección, que unirá todas las zapatas de los pilares del edificio.
- Para la conexión de los dispositivos del circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornas o elementos de conexión que garanticen una unión

perfecta, teniendo en cuenta que los esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de cortocircuito son muy elevados.

- Los conductores que constituyan las líneas principales de tierra y sus derivaciones serán de cobre o de otro material de alto punto de fusión y su sección será de 50 mm², para las líneas de enlace con tierra será la misma.
- Los conductores desnudos enterrados en el suelo se considerará que forman parte del electrodo de puesta a tierra.
- El recorrido de los conductores será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.
- El conductor de protección se tenderá a lo largo de todo el recorrido de bandejas, sin interruptores ni seccionamientos.
- Se situará una arqueta de conexión con tapa con la palabra "TIERRA", justo encima del punto de puesta a tierra (que une el electrodo con el Cuadro General de Baja Tensión). De esta manera se podrá medir la resistencia a tierra para verificar si coincide con el valor obtenido en el documento de Cálculos.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua, en la que no podrán incluirse ni masas ni elementos metálicos, cualesquiera que éstos sean. Las conexiones a masas y a elementos metálicos se efectuarán siempre por derivaciones del circuito principal de tierra.

Estos conductores tendrán un buen contacto eléctrico, tanto con las partes metálicas y masas como con el electrodo. A estos efectos, se dispondrá que las conexiones de los conductores se efectúe con todo cuidado, por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando una buena superficie de contacto de forma que la conexión sea efectiva, por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldaduras de alto punto de fusión.

4.9.1. ENSAYOS.

La recepción de los materiales se hará comprobando que cumplan las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las NTE, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o, en su defecto, las normas UNE: 21.057, 21.056 y 21.022.

Cuando el material o equipo llegue a obra con el Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar así como el número de los mismos y las condiciones de no aceptación automática, serán fijados en la NTE-IEB/1973, "Instalaciones de Electricidad: Puesta a Tierra" y en la NTE-IER/1984: "Instalaciones de electricidad: Red Exterior".

4.10. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.

Los interruptores automáticos serán del tipo y denominación que se fijan en el Proyecto, pudiendo sustituirse por otros de distinta denominación siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, lleven impresa la marca de conformidad a Normas UNE y hayan sido aprobados por la Dirección Facultativa.

Estos interruptores automáticos podrán utilizarse para la protección de líneas. Todos los interruptores automáticos deberán estar provistos de un dispositivo de sujeción a presión, para que puedan fijarse rápidamente y de forma segura a un carril normalizado.

Los contactos de los interruptores automáticos deberán estar fabricados con material resistente a la fusión.

Todos los interruptores mencionados deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y demás ensayos exigidos en este tipo de material en la Norma Une 20.347.

En caso de que se acepte material no nacional, éste se acompañará de documentación que indique que este tipo de interruptor se ha ensayado de acuerdo con la norma nacional que corresponda y concuerde con la CEE 19.

4.11. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

Los interruptores diferenciales serán del tipo y denominación que se fijan en el Proyecto, pudiendo sustituirse por otros de distinta denominación siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, cumplan la Norma UNE 20.383 (CEE 27), lleven impresa la marca de conformidad a Normas UNE y hayan sido aprobados por la Dirección Facultativa.

Estos interruptores de protección tienen como misión evitar las corrientes de derivación a tierra que puedan ser peligrosas y que deben ser independientes de la protección magnetotérmica de circuitos y aparatos.

Reaccionarán con toda intensidad de derivación a tierra que alcance o supere el valor de la sensibilidad del interruptor.

La capacidad de maniobra debe garantizar que se produzca una desconexión perfecta en caso de cortocircuito y simultánea derivación a tierra.

Por él deberán pasar todos los conductores de alimentación a los aparatos receptores, incluso el neutro.

4.12. ZANJAS PARA CABLES.

4.12.1. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

a) Principios Generales:

- El Contratista someterá a la aprobación del Ingeniero Director los planos de detalle que muestren el método de construcción propuesto.
 - Las excavaciones se ejecutarán ajustándose a las dimensiones y perfilado que consten en el Proyecto o que indique el Ingeniero Director de las obras.
 - Se marcará sobre el terreno la situación y límites de las zanjas que no deberán exceder de los que han servido de base para la formación del Proyecto.
 - Cuando se precise levantar el pavimento existente, se seguirán las indicaciones del Ingeniero Director, con conocimiento de éste.
 - Todas las excavaciones de zanjas en tramos de vías en terraplén, se ejecutarán una vez realizado el terraplén hasta su cota definitiva.
 - Deberán respetarse cuantos servicios y servidumbres se descubran al abrir las zanjas, disponiendo de apeos necesarios. Cuando hayan de ejecutarse obras por tales conceptos, lo ordenará el Ingeniero Director de las obras.
 - Durante el tiempo que permanezcan abiertas las zanjas, establecerá el contratista señales de peligro, especialmente por la noche.
 - No se procederá al rellenado de zanjas o excavaciones sin previo reconocimiento de las mismas y autorización escrita del Ingeniero Director de las obras.
- Los excesos de excavaciones se suplementarán con hormigón de débil dosificación de cemento.

4.13. CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE FACULTATIVAS.

- a) Desde que se dé comienzo a las obras hasta su recepción definitiva, el Contratista o representante suyo autorizado, deberá residir en un punto próximo al de la ejecución de las obras y no podrá ausentarse de él, sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole, expresamente, la persona que durante su ausencia le ha de representar en su ausencia.
- b) Por falta de respeto y obediencia a los Ingenieros o a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá la obligación de despedir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.
- c) Obligatoriamente y por escrito, el Contratista deberá dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos antes de transcurridas 24 horas de su iniciación.
- d) El Contratista, como es lógico, debe utilizar los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las condiciones generales del presente proyecto así como las recogidas en la normativa .

Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier ramo, que, como dependientes de la Contrata, intervengan en las obras y en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial de

la Contrata en los documentos del Proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo, por parte de los dependientes de la Contrata.

Es obligación de la Contrata el ejecutar, cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo que disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinan para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las ordenes del Ingeniero Director, sólo podrá presentarlas a través del mismo, ante la Propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en el Pliego de Condiciones correspondiente. Contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigiéndose al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio en este tipo de reclamaciones.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que, en éstos, puedan existir por su mala ejecución o por la falta de calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa, ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valoradas en las Certificaciones parciales de la obra, que siempre supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan faltas o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de los trabajos o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la Contrata.

Si ésta no estimase justa la resolución y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá de acuerdo con lo establecido en el Artículo 14 y siguientes de la Legislación Vigente.

- Si el Ingeniero Director tuviera fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en los trabajos realizados, ordenará efectuar, en cualquier tiempo y antes de recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionen serán a cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente y, en caso contrario, correrán a cuenta del Propietario.

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescribe el Pliego de Condiciones, depositando, el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos las comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuados en el Pliego de Condiciones, vigente durante la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc, antes indicados, serán a cuenta del Contratista:

- Cuando los materiales y los aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuvieran perfectamente preparados, El Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de éstos, a las órdenes del Ingeniero Director.

- Serán de cuenta y riesgo del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que, para la debida marcha y ejecución de los trabajos, se necesiten, no cabiendo, por tanto, responsabilidad alguna para el Propietario por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras, por insuficiencia de medios auxiliares.

- Para proceder a la recepción provisional de las obras, será necesaria la asistencia del Propietario, del Ingeniero Director de la obra y del Contratista o su representante, debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se dará por recibida provisionalmente, comenzando a correr desde dicha fecha, el plazo de garantía que se fijará en el contrato de la obra. Cuando las obras no hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificará en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándole un plazo para subsanarlos, expirando el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de la obra.

Finalizado el plazo de garantía, se procederá a la recepción definitiva, con las mismas formalidades señaladas en los Artículos precedentes para la recepción provisional. Si se encontrarán las obras en perfecto estado de uso y conservación, se darán por recibidas definitivamente y el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad legal derivada de la posible existencia de vicios ocultos.

En caso contrario, se procederá de idéntica forma que la preceptuada para la recepción provisional, sin que el Contratista tenga derecho a la percepción de cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía y siendo obligación suya hacerse cargo de los gastos de conservación hasta que la obra haya sido recibida definitivamente.

Además de todas las facultades particulares que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los Artículos precedentes, es misión específica suya, la dirección y vigilancia de los trabajos que en la obra se realicen, bien por sí mismo o por sus

representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el Pliego de Condiciones de Edificación, sobre las personas y cosas situadas en la obra y relacionadas con los trabajos que, para la ejecución de los trabajos de los edificios u obras anejas, se lleven a cabo, pudiendo, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesario para la debida marcha de la obra.

4.14. CONSIDERACIONES DE CARÁCTER GENERAL..

4.14.1, RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Terminadas las obras e instalaciones, y como requisito previo a la recepción provisional de las mismas, la Dirección Facultativa procederá a la realización de los ensayos y medidas necesarias para comprobar que los resultados y condiciones de la instalación son satisfactorios. Si los resultados no fuesen satisfactorios, el Contratista realizará cuantas modificaciones y operaciones sean necesarias para lograrlo.

Obtenidos los resultados satisfactorios, se procederá a la redacción y firma del documento de Recepción Provisional, al que se acompañarán dos actas firmadas por la Dirección Facultativa y visadas por el Colegio oficial correspondiente en las que se recoja lo siguiente:

"Al término de las obras y antes de la entrada en servicio serán examinadas y comprobadas por la Dirección Facultativa, las condiciones de funcionamiento de la instalación y, si las mismas son las adecuadas, se procederá a redactar el documento de Recepción Provisional, al que se adjuntarán las siguientes actas:

4.14.2, ACTA DE COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADO ELÉCTRICOS..

Previa comprobación sobre el terreno, se recogerán en acta firmada por la Dirección Facultativa las siguientes medidas eléctricas que nunca podrán ser inferiores a las del Proyecto y a las preceptuadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias del mismo.

4.14.3. MEDICIÓN DE LAS CAÍDAS DE TENSIÓN

Con toda la instalación en marcha se medirá la tensión en la acometida desde el Centro de Transformación y en los extremos de los diversos circuitos, comprobándose si las caídas de tensión son las admitidas.

4.14.4. MEDIDA DE TIERRAS

Se medirá la resistencia a tierra a lo largo de los elementos que componen el circuito de tierra y se comprobará que no es inferior al límite establecido.

4.14.5. MEDIDA DE AISLAMIENTO

Con los correspondientes elementos de la instalación conectados, se medirá la resistencia de aislamiento de cada circuito y la total, comprobándose que no es inferior al límite establecido.

4.14.6. MEDICIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Se medirá el factor de potencia de la acometida del Centro de Transformación, estando toda la instalación conectada y se comprobará que es superior o igual a 0,9.

4.14.7. COMPROBACIÓN DEL REPARTO DE CARGAS

Se conectará por separado cada uno de los circuitos y se comprobará que las fases a las que están conectados son las que correspondan.

Seguidamente, se conectarán todos los elementos de la instalación y se medirá la intensidad de régimen de cada una de las fases en el Centro de Transformación y se comprobará que el desequilibrio es inferior al admisible.

4.14.8. COMPROBACIÓN DE CONEXIONES.

Se comprobará que la intensidad nominal de los circuitos no supere el valor de la Intensidad Máxima Admisible en el conductor protegido.

4.15. CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.

- Como base general de estas Condiciones Generales de Índole Económica, se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hallan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y Particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

- El Ingeniero podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las

condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato. Dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

- Se exigirá al Contratista, para que cumpla con lo contratado, una fianza del 10% del Presupuesto de las obras adjudicadas.

Si, el Contratista, se negara a hacer por su cuenta los trabajos precisos para realizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en representación del Propietario, las ordenará ejecutar a un tercero o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Propietario en el caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar el total de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

- La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá en 8 días, una vez firmada el acta de la recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de Certificación del Ayuntamiento, que no existe reclamación alguna contra él por daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o los materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en los trabajos.

- Los precios de unidades de obra, así como de los materiales, se fijarán entre el Ingeniero Director y el Contratista o su representante expresamente designado para estos efectos. El Contratista los presentará descompuestos, siendo condición necesaria la presentación y aprobación de estos precios antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes.

De los precios así acordados se levantarán actas, que firmarán por triplicado: el Ingeniero Director, el Propietario y el Contratista o los representantes autorizados a estos efectos por ellos.

- Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación y observación oportuna, no podrá, bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del Presupuesto que sirve de base a la ejecución de la obra.

Tampoco se le admitirá reclamación de clase alguna fundada en indicaciones que sobre las obras se hagan en la Memoria, por no ser éste el documento que sirve de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos que el Presupuesto pueda tener, ya por variación de los precios con respecto de los de los cuadros correspondientes, ya por errores aritméticos en las cantidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa, salvo en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar en el plazo de 4 meses, contados desde la fecha de adjudicación.

Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del Presupuesto que a de servir de base a la misma, pues

esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho Presupuesto, antes de las correcciones, y la cantidad ofrecida.

Contratándose las obras a riesgo y altura y ventura, es natural por ello que, en principio, no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que son características en determinadas épocas anormales, se admite durante ellas la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja, y en armonía con las oscilaciones de los precios en el mercado, siempre y cuando se convenga en el oportuno Contrato de Ejecución de Obras.

Por ello, y en los casos de revisión al alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración del precio que repercuta aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario, antes de comenzar o reanudar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado haya aumentado, especificándose y acordándose, también previamente, la fecha a partir de la cual se haya subido, aplicándose el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta, siempre que proceda, el acopio de materiales en la obra, en el caso de que estuviesen parcial o totalmente abonados por el Contratista. Si el Propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, el transporte, etc, que el Contratista desea percibir, aquél tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transporte, etc. a precios inferiores de los pedidos por el Contratista, en cuyo caso, como es lógico y natural, se tendrá en cuenta para la revisión de los precios de los materiales, transporte, etc. adquiridos por el Contratista, merced a la información del Propietario.

Cuando el Propietario o el Ingeniero Director, en su representación, solicita del Contratista la revisión de precios, por haber bajado los de los jornales, materiales, transporte, etc, se convendrá entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en las obras, en equidad por la baja experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

La fórmula de revisión de los precios de la Contrata se establecerá de mutuo acuerdo entre las partes contratantes, quedando ésta reflejada en el oportuno contrato de obra.

El Contratista deberá percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado, con arreglo a lo preceptuado en el Proyecto, a las condiciones de la Contrata y a las indicaciones y órdenes que, por escrito, entregue el Ingeniero Director, y siempre dentro de las cifras a que ascienden los Presupuestos aprobados.

Tanto en las certificaciones como en la liquidación final, las obras serán, en todo caso, abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuran en la oferta aceptada, a los precios contradictorios fijados en el transcurso de las obras, de acuerdo con lo previsto en el presente Pliego de Condiciones Generales de Índole Económica para estos efectos, así como respecto a las partidas alzadas y obras accesorias y complementarias.

Si las obras se hubiesen adjudicado por subasta o concurso, servirán de base para su valoración los precios que figuran en el Presupuesto del Proyecto, con las mismas condiciones expresadas anteriormente para los precios de la oferta. Al resultante de la valoración ejecutada en dicha forma, se le aumentará el tanto por ciento necesario para obtención del precio de la Contrata, y de la cifra obtenida se descontará la que proporcionalmente corresponda a la baja de subasta a remate.

En ningún caso, el número de unidades que se consigne en el Proyecto o en el Presupuesto, podrá servir de fundamento para reclamaciones de ninguna clase.

- Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente al de las Certificaciones de Obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican dichos pagos.

- En ningún caso, el Contratista podrá, alegando retraso en los pagos, suspender los trabajos o ejecutarlos a menor ritmo que el corresponda con arreglo a los plazos en que deben terminarse.

- El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causa de retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de la ocupación del inmueble, debidamente justificados.

- El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en las obras, salvo en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este Artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los daños producidos por terremotos o maremotos.
- Los producidos por vientos huracanados, mareas o crecidas de los ríos, superiores a las que sean de prever en el país y siempre que exista constancia inequívoca de que por el Contratista se tomaron las medidas posibles dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- Los que provengan de movimientos del terreno en que se están efectuando las obras.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obras ya ejecutadas o materiales almacenados a pie de obra, que, en ningún caso, comprenderán medios auxiliares, maquinaria, instalaciones, etc. propiedad de la Contrata.

No se admitirán mejoras en la obra, salvo en el caso de que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de nuevos trabajos o que se mejore la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan, por Contrata, los objetos que tengan asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora en caso de

siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que, con cargo a la citada Sociedad, se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se va realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista, se efectuará por Certificaciones como el resto de los trabajos de construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de la reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto, será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la Contrata, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales almacenados, etc. y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Sociedad Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

En las obras de reforma o reparación se fijará previamente la porción del edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se previene, se entenderá que el seguro a de comprender toda parte del edificio afectada por las obras.

Los riesgos asegurados y las condiciones de la póliza o pólizas de seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de obtener de éste su previa conformidad o sus reparos.

- Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el periodo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero Director, en representación del Propietario, antes de la recepción, procederá a disponer de todo lo que crea necesario para que atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuera menester para su buena conservación, abonándose todo ello a cuenta de la Contrata.

A1 abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras como por rescisión del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio, y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más materiales, útiles, herramientas, muebles, etc. que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuera preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, el Contratista está obligado a revisar y repasar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente Pliego de Condiciones Económicas.

El Ingeniero Director se niega de antemano al arbitraje de precios, después de ejecutada la obra, en el supuesto de que los precios base contratados no sean puestos en su conocimiento previamente a la ejecución de la obra.

4.16. CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE LEGAL

Ambas partes se comprometen a someterse en sus diferencias, al arbitrio de amigables componedores, designados de acuerdo con las disposiciones vigentes recogidas en las Reglas de Arbitraje Privado legalmente establecidas.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).

Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y construcción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Ingeniero Director haya examinado y reconocido la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

Serán de cuenta y cargo del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindeo y vigilancia que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiere, no se realicen, durante las obras, actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la policía urbana y a las Ordenanzas Municipales, a estos respectos, vigentes en la localidad en que la edificación está emplazada.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios con motivo y en ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo expuesto y dispuesto a estos respectos en la Legislación vigente, siendo, en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúen para evitar en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra, huecos de escalera, ascensores, etc.

De los accidentes y perjuicios de todo género que, por cumplirse la legislación sobre esta materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será el Contratista el único responsable o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las contiguas.

Será, por tanto, de su cuenta el abono de indemnizaciones a quien corresponda y, cuando hubiere lugar a ello, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuese requerido, el justificante de tal cumplimiento.

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc, cuyo abono debe hacerse durante el transcurso de la ejecución de las obras y que por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realicen, correrán a cargo de la Contrata, siempre que, en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario.

El Contratista tiene derecho a sacar copias de los Planos, Presupuesto, Pliego de Condiciones y demás documentos del Proyecto, a su costa.

El Ingeniero Director, si el Contratista lo requiere, autorizará estas copias con su firma, una vez confrontadas.

Se considerarán causas suficientes de rescisión de Contrato las que a continuación se indican:

- La muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que, en éste último caso, tengan aquellos derecho a indemnización alguna.

- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:

- La modificación del Proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas alteraciones, represente más o menos el 40%, como mínimo, de alguna de las unidades del Proyecto.

- La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones de, más o menos, el 40%, como mínimo, de alguna de las unidades del Proyecto.

- La suspensión, por el plazo que determine el Contrato, de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, por causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación, la devolución de la fianza será automática.

- La suspensión de la obra, siempre que del plazo de suspensión haya excedido tres meses.

- El no dar comienzo la Contrata los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.

- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.

- El abandono de la obra, sin causa justificada. - La mala fe en la ejecución de los trabajos.

Por parte de la Dirección Técnica, el incumplimiento del presente Pliego de Condiciones, así como modificaciones efectuadas en obra sin su consentimiento, podrá constituir causa suficiente para su dimisión como Director de la obra.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

DOCUMENTO N°5: PRESUPUESTO

Asier Salinas Garayoa

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 24 de Febrero de 2.011

ÍNDICE

CAPÍTULO 5.1: ILUMINACIÓN	2
CAPÍTULO 5.2: CABLES	4
CAPÍTULO 5.3: CANALIZACIONES	7
CAPÍTULO 5.4: TOMAS DE CORRIENTE E INTERRUPTORES	9
CAPÍTULO 5.5: INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS	10
CAPÍTULO 5.6: INTERRUPTORES DIFERENCIALES	13
CAPÍTULO 5.7: CUADROS	15
CAPÍTULO 5.8: COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA	17
CAPÍTULO 5.9: PUESTA A TIERRA	18
CAPÍTULO 5.10: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	19
CAPÍTULO 5.11: SEGURIDAD	23
CAPÍTULO 5.12: RESUMEN DEL PRESUPUESTO	24

Capítulo 5.1: ILUMINACIÓN

5.1.1. ALUMBRADO INTERIOR

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.1.1.1	Unidades	Luminaria Impala Tbs 160/418 4 x 18 W	57	98 €	5586 €
5.1.1.2	Unidades	Luminaria Cabana HPK 250 W	227	180€	40860 €
5.1.1.3	Unidades	Luminaria EFix TCS260 2xTL5-54W/840 HFP C6	101	148'00 €	14948 €
5.1.1.4	Unidades	Luminaria Dowligth FBS 120 2x18W	5	87 €	435 €
TOTAL ALUMBRADO INTERIOR					61829,00 €

5.1.2. ALUMBRADO EXTERIOR

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.1.2.1	Unidades	Luminaria Selenium SGP340 FG 1xSON- TPP70W CON TPP1	12	260'00 €	3120'00 €
TOTAL ALUMBRADO EXTERIOR					3.120'00 €

5.1.3. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.1.3.1	Unidades	Luminaria emergencia NOVA N1 de 70 lm, 1h de autonomía y 8 w de consumo	28	33,13 €	927'64 €
5.1.3.2	Unidades	Luminaria emergencia NOVA N2 de 95 lm, 1h de autonomía y 8 w de consumo	10	34'02 €	340'2 €
5.1.3.3	Unidades	Luminaria emergencia NOVA N3 de 150 lm 1h de autonomía y 8 w de consumo	8	52'87 €	420'96 €
5.1.3.5	Unidades	Foco orientable FO-2800 de 2800 lm, 1h de autonomía y 3x50 w de consumo	14	747'00 €	10458'0 €
TOTAL ALUMBRADO EMERGENCIA					12146'8 €

TOTAL ILUMINACIÓN:77095,80€

Capítulo 5.2: CABLES

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.2.1	Metros	Conductor de Cu libre de halógenos TOXFREE RZ1-K de 1000v y de 240mm2 Incluyendo: Material de fijación y derivación. Señalizado en extremidades y cambios de dirección mano de obra	189	42.054 €	7948'78 €
5.2.3	Metros	Conductor de Cu libre de halógenos TOXFREE RZ1-K de 1000v y de 120 mm2 Incluyendo: Material de fijación y derivación. Señalizado en extremidades y cambios de dirección mano de obra	110	21'39 €	2352'90€
5.2.4	Metros	Conductor de Cu libre de halógenos TOXFREE RZ1-K de 1000v y de 70 mm2 Incluyendo: Material de fijación y derivación. Señalizado en extremidades y cambios de dirección mano de obra	252'75	13,508 €	3414'15 €
5.2.5	Metros	Conductor de Cu libre de halógenos TOXFREE RZ1-K de 1000v y de 35 mm2	570'66	6'609 €	3771'69 €

		Incluyendo: Material de fijación y derivación. Señalizado en extremidades y cambios de dirección mano de obra			
5.2.6	Metros	Conductor de Cu libre de halógenos TOXFREE RZ1-K de 1000v y de 25 mm2 Incluyendo: Material de fijación y derivación. Señalizado en extremidades y cambios de dirección mano de obra	487'18	4'813 €	2344'81 €
5.2.7	Metros	Conductor de Cu libre de halógenos TOXFREE RZ1-K de 1000v y de 16 mm2 Incluyendo: Material de fijación y derivación. Señalizado en extremidades y cambios de dirección mano de obra	160'061	3,2 €	512,195 €
5.2.8	Metros	Conductor de Cu libre de halógenos TOXFREE RZ1-K de 1000v y de 10 mm2 Incluyendo: Material de fijación y derivación. Señalizado en extremidades y cambios de dirección mano de obra	1024'76	2.212 €	2266'77 €
5.2.9	Metros	Conductor de Cu libre de halógenos TOXFREE ZH ES05Z1-K de 1000v y de 6 mm2 Incluyendo: Material de fijación y derivación.	651.16	1.474 €	959'81 €

		Señalizado en extremidades y cambios de dirección mano de obra			
5.2.10	Metros	Conductor de Cu libre de halógenos TOXFREE RZ1-K de 1000v y de 5X4 mm2 Incluyendo: Material de fijación y derivación. Señalizado en extremidades y cambios de dirección mano de obra	537'71	4'409 €	2370'76 €
5.2.11	Metros	Conductor de Cu libre de halógenos TOXFREE ZH ES05Z1-K de 1000v y de 2,5 mm2 Incluyendo: Material de fijación y derivación. Señalizado en extremidades y cambios de dirección mano de obra	7900'94	3'037 €	23939'07 €
TOTAL CABLES					49880'15 €

TOTAL CABLES:.....49880'15 €

Capítulo 5.3: CANALIZACIONES

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.3.1.1	Metros	Tubo de pared interior lisa y pared exterior corrugada de 180mm de diámetro	258'4	11'92 €	3080'12 €
5.3.1.2	Metros	Bandeja Pemsaband de 60mm de alto y 300 mm de ancho	143'85	26'48 €	3809'17 €
5.3.1.3	Metros	Bandeja Pemsaband de 35mm de alto y 100 mm de ancho	12	14'08 €	168'96 €
5.3.1.4	Unidades	Arqueta de registro de hormigón prefabricado sin fondo, de 700x700 mm y 1000 mm de profundidad	2	30'35 €	60'70 €
5.3.1.5	Metros	Bandeja Pemsaband sx standard 100x500 gs + tapa	10	29'6 €	296 €
5.3.1.6	Metros	Bandeja Pemsaband de 35 mm de alto y 200 mm de ancho	180'87	17'36 €	3139'97 €
5.3.1.7	Unidad	Soporte omega splus 300 Gs	35	5'17 €	180'95 €
5.3.1.8.	Unidad	Varilla roscada m10x1000 Zb	42	4'43 €	186'06 €
5.3.1.9	Unidad	Soporte Omega universal S.Plus 300 Gs	61	6'02 €	337'22 €
5.3.1.10	Unidad	Soporte Omega universal S-Plus 200 Gs	121	5'34 €	646'14 €
5.3.1.11	Unidad	Soporte Omega Univesal S Plus 100 Gs	8	3'96	31'68 €
5.3.1.12	Metros	Tubo rígido PVC de 25mm de diámetro	165'5	6'05 €	1001'27 €

5.3.1.13	Metros	Tubo rígido PVC de 20mm de diámetro	4167'97	4'62 €	19256'04 €
5.3.1.14	Metros	Tubo reforzado PVC de 32mm de diámetro	443'54	8'47 €	3756'86 €
5.3.1.15	Metros	Tubo reforzado PVC de 50 mm de diámetro	1418'07	18'15 €	25738'01 €
5.3.1.16	Unidades	Arandela plana m10 Ez	1520	0'13 €	197'60 €
5.3.1.17	Unidad	Tuerca hexagonal m10zb	1520	0'21	319'20 €
5.3.1.18	Unidad	Tornilla hexagonal m10x20	394	0'46 €	181'24 €

TOTAL CANALIZACIONES:.....62387'19 €

Capítulo 5.4: TOMAS DE CORRIENTE E INTERRUPTORES

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.4.1	Unidades	Toma de corriente monofásica 230V F+N+T	167	3'59 €	599'53 €
5.4.2	Unidades	Toma de corriente Trifásica 400V (3xF)+N+T	9	8'04 €	72'36 €
5.4.3	Unidades	Interruptor unipolar	13	3'81 €	49'53 €
5.4.4	Unidades	Conmutador unipolar	45	4'55 €	204'75 €
5.4.5	Unidades	Pulsadores	25	2'15 €	53'75 €
TOTAL TOMAS DE CORRIENTE E INTERRUPTORES					979'92 €

TOTAL TOMAS DE CORRIENTE E INTERRUPTORES:
.....979'92 €

Capítulo 5.5: INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.5.1	Unidades	Merlin Guerin NS1600N 4P 1600A PdC 70.	1	8702'23 €	8702'23 €
5.5.2	Unidades	Merlin Guerin NS1600N 4P 1600 A PdC	1	8702'23 €	8702'23 €
5.5.3	Unidades	Int. Magnetotérmico Compact NSX 400 Calibre:400, PdC: 20kA, Curva C, tetrapolar	2	3708'64 €	7417'28 €
5.5.4	Unidades	Int. Magnetotérmico Compact NSX 250 Calibre: ≤250A, PdC: 36kA, Curva C, tetrapolar	1	1361 €	1361 €
5.5.5	Unidades	Int. Magnetotérmico NGN125N Calibre:125A, PdC:25kA, Curva C, tetrapolar	2	396'18 €	926'44 €
5.5.6	Unidades	Int. Magnetotérmico NGN125N Calibre:125A, PdC:25kA, Curva v, tetrapolar	1	463'22 €	463'22 €
5.5.7	Unidades	Int. Magnetotérmico NGN125N Calibre:80A, PdC:25kA, Curva C, tetrapolar	2	380'17 €	760'34 €
5.5.8	Unidades	Int. Magnetotérmico NGN125N Calibre:100A, PdC:25kA, Curva C, tetrapolar	1	457'94 €	457'94 €
5.5.9	Unidades	Int. Magnetotérmico NGN125N Calibre:63A, PdC:25kA, Curva C, tetrapolar	1	341'59 €	341'59 €
5.5.10	Unidades	Int. Magnetotérmico Compact NSX 160	4	920'18 €	3680'72 €

		Calibre: $\leq 160A$, PdC: 36kA, Curva C, tetrapolar			
5.5.11	Unidades	Int. Magnetotérmico C120N Calibre:80A, PdC:10kA, Curva B, tetrapolar	2	408'7 €	817'4 €
5.5.12	Unidades	Int. Magnetotérmico C120N Calibre:80A, PdC:10kA, Curva C, tetrapolar	1	335'63 €	335'63 €
5.5.13	Unidades	Int. Magnetotérmico C120N Calibre:80A, PdC:10kA, Curva B, tetrapolar	1	408'70 €	408'70 €
5.5.14	Unidades	Int. Magnetotérmico C120H Calibre:80A, PdC:15kA, Curva B, tetrapolar	1	369'22 €	369'22 €
5.5.15	Unidades	Int. Magnetotérmico C120H Calibre:100A, PdC:15kA, Curva B, tetrapolar	2	381'73 €€	763'46 €
5.5.16	Unidades	Int. Magnetotérmico C60H Calibre:32A, PdC:15kA, Curva D, tetrapolar	4	155'60 €	622'4 €
5.5.17	Unidades	Int. Magnetotérmico C60N Calibre:25A, PdC:10kA, Curva C, tetrapolar	1	110'77 € €	110'77 €
5.5.18	Unidades	Int. Magnetotérmico C60N Calibre:10A, PdC:10kA, Curva C, tetrapolar	15	102'7 €	1540'5€
5.5.19	Unidades	Int. Magnetotérmico C60N Calibre:0'5A, PdC:10kA, Curva C, bipolar	3	89'77 €	269'31 €
5.5.20	Unidades	Int. Magnetotérmico C60N Calibre:32A, PdC:10kA, Curva C, tetrapolar	3	115'52 €	346'56€
5.5.21	Unidades	Int. Magnetotérmico C60N Calibre:16A, PdC:15kA, Curva C, tetrapolar	4	103'89 €	415'56 €
5.5.22	Unidades	Int. Magnetotérmico C60L Calibre:25A, PdC:25kA, Curva C, tetrapolar	5	285'87 €	207'42 €
5.5.23	Unidades	Int. Magnetotérmico C60L Calibre:16A, PdC:25KA, Curva C, tetrapolar	2	262'77 €	1429'35 €
5.5.24	Unidades	Int. Magnetotérmico C60L Calibre:10A, PdC:25kA, Curva C, tetrapolar	1	257'62 €	257'62 €
5.5.25	Unidades	Int. Magnetotérmico C60N Calibre:3A, PdC:25kA, Curva C, bipolar	1	164'48 €	164'48 €

5.5.26	Unidades	Int. Magnetotérmico C60L Calibre:1A, PdC:25kA, Curva C, bipolar	3	164'48 €	505'44 €
5.5.27	Unidades	Int. Magnetotérmico C60L Calibre:32A, PdC:25KA, Curva C, tetrapolar	5	303 €	1515 €
5.5.28	Unidades	Int. Magnetotérmico C60L Calibre:40A, PdC:25KA, Curva C, tetrapolar	2	311'95 €	623 €
TOTAL INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS					43514'81 €

TOTAL INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS:.....43514'81 €

Capítulo 5.6: INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.6.1	Unidades	Interruptor diferencial ID, calibre: 25A, sensibilidad: 30mA, bipolar	2	138'37 €	276'74 €
5.6.2	Unidades	Interruptor diferencial ID, calibre: 25A, sensibilidad: 30mA, Tetrapolar	8	255'91 €	2047'28 €
5.6.3	Unidades	Interruptor diferencial ID, calibre: 40A, sensibilidad: 30mA, tetrapolar	9	266'03 €	2394'27 €
5.6.4	Unidades	Interruptor diferencial ID, calibre: 63A, sensibilidad: 300mA, tetrapolar	4	296'64 €	1186'56 €
5.6.5	Unidades	Interruptor diferencial ID, calibre: 63A, sensibilidad: 30mA, tetrapolar	12	577'17 €	6926'04 €
5.6.6	Unidades	Interruptor diferencial ID, calibre: 80A, sensibilidad: 300mA, tetrapolar	1	401,54 €	401,54 €
5.6.7	Unidades	Bloque diferencial VIGI C120, calibre:125A, sensibilidad:500mA, tetrapolar	2	265'99 €	531'98 €
5.6.8	Unidades	Bloque diferencial NSX160, calibre: 160A, sensibilidad: 500mA, tetrapolar	1	364'19 €	364'19 €
5.6.9	Unidades	Bloque diferencial VIGI NS250 MH, calibre:250A, sensibilidad: 500mA, tetrapolar	1	574'11 €	574'11 €
5.6.10	Unidades	Bloque diferencial VIGI C60, calibre:40A, sensibilidad:300mA, tetrapolar	1	179'39 €	179'39 €
5.6.11	Unidades	Bloque diferencial VIGI NG125, calibre:125A, sensibilidad:500mA,	2	809'55 €	1619'1 €

		tetrapolar			
5.6.12	Unidades	Bloque diferencial VIGI NG125, calibre:63A, sensibilidad:500mA, tetrapolar	2	622'73 €	1245'46 €
TOTAL INTERRUPTORES DIFERENCIALES					17746'66€

TOTAL INTERRUPTORES DIFERENCIALES:.....17746'66 €

Capítulo 5.7: CUADROS

5.7.1. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.7.1.1	Unidades	Cofret Pragma 24, 120 módulos, ancho 610mm x alto 960mm	1	618'29 €	618'29 €
TOTAL CUADROS GENERALES DE DISTRIBUCIÓN					618'29 €

5.7.2. CUADROS AUXILIARES

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.7.2.1	Unidades	Cofret Pragma 24, 48 módulos, ancho 610mm x alto 510mm	4	367'93 €	1471'72 €
5.7.2.2	Unidades	Cofret Pragma 24, 72 módulos, ancho 610mm x alto 660mm	3	435'4 €	1306'2 €
5.7.2.3	Unidades	Cofret Pragma 24, 96 módulos, ancho 610mm x alto 810mm	1	530'73 €	530'73 €
5.7.2.4	Unidades	Cofret G IP 30, 21 módulos, ancho alto 1080mm	1	337'38 €	337'38 €
5.7.2.4.1	Unidades	Pasillo lateral ancho 300 mm	1	249'66 €	249'66 €
5.7.2.4.2	Unidades	Puerta	1	156'65 €	156'65 €
5.7.2.4.3	Unidades	Puerta pasillo lateral	1	124'84 €	124'84 €
5.7.2.4.4	Unidades	Juego de barras Powerclip 630 A 4 polos longitud 1000 mm	1	367'43 €	367'43 €
5.7.2.4.5	Unidades	Carril modular	1	14'79 €	14'79 €
TOTAL CUADROS AUXILIARES					3.979'67 €

5.7.3. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSION

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.7.3.1	Unidades	Cofret Pragma 24, 48 módulos, ancho 610mm x alto 510mm	1	367'93 €	367'93 €
TOTAL CUADROS GENERALES DE DISTRIBUCIÓN					618'29 €

TOTAL

CUADROS:.....5.059'16 €

Capítulo 5.8: COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.8.1	Unidades	Rectimat 2 estándar 400V con interruptor automático 10+15+30+45 105KVar	1	3833 €	3833 €
TOTAL COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA					3833 €

TOTAL COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA:.....3833€

Capítulo 5.9: PUESTA A TIERRA

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.9.1	Ud.	Picas de 2m de longitud y 14,6mm de diámetro	8	12,50 €	100,00 €
5.9.2	Ud.	Grapas KU 16-25	8	4,30 €	34,40 €
5.9.3	metros	Conductor de cobre desnudo de 50mm ²	268'61	32'75 €	8796'97 €
5.9.4	Ud.	Arqueta de registro de hormigón prefabricado sin fondo, de 700x700 mm y 1000 mm de profundidad	8	40'29 €	322'32 €
TOTAL PUESTA A TIERRA					9253'69€

TOTAL PUESTA A

TIERRA:.....9253'69 €

Capítulo 5.10: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

5.10.1. OBRA CIVIL

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.10.1.1	Metros ³	Excavación del foso para alojar el centro de fabricación prefabricado. Dimensiones del foso: 7500mm x 4500mm x 1000mm	33'75	15'75 €	531'56 €
5.10.1.2	Unidades	CT: Edificio prefabricado PFU-5 Ormazabal	1	8.753'49 €	8.753'49 €
TOTAL OBRA CIVIL					9.285'05 €

5.10.2. APARAMENTA MEDIA TENSIÓN

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.10.2.1	Unidades	Ud. Cabina de remonte de cables con seccionador p.a.t. Merlin Gerin gama SM6, mod. SGAM16 con indicador presencia de tensión y mando CC manual, instalada.	1	1.567'90 €	1.567'90 €
5.10.2.2	Unidades	Ud. Cabina disyuntor Merlin Gerin gama SM6, mod. SDM1DY16 con seccionador en SF6, mando CS1, disyuntor tipo SFSET 400A en SF6 con	1	12.229,40 €	12.229,40 €

		bobina de disparo, mando RI manual, captadores de intensidad, relé VIP200 para protección indir. y enclavamientos, instalada.			
5.10.2.3	Unidades	Ud. Cabina de medida Merlin Gerin gama SM6, mod. SGBCC3316 equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, según características detalladas en memoria, instalada.	1	5.604'70 €	5.604'70 €
5.10.2.4	Unidades	Celda de protección individual: con interruptor-seccionador en SF6 con bobina de disparo, fusibles limitadores de 24Kv 25 A, PdC 25kA, con señalización fusión, seccionador p.a.t, indicadores presencia de tensión y enclavamientos	1	2.918'17 €	2918'17 €
TOTAL APARAMENTA MEDIA TENSIÓN					22320'17 €

5.10.3. TRANSFORMADORES

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.10.3.1	Unidades	Ud. Transformador trifásico de potencia tipo TRIHAL de Merlin Gerin, UNE 21538, interior y aislamiento seco. Características: - Potencia nominal: 630 kVA. - Relación: /0.42 KV. y demás características según memoria, instalado.	1	10.337,00 €	10.337,00 €
TOTAL TRANSFORMADORES					10.337,00 €

5.10.4. INSTALACIÓN SECUNDARIA DEL CT

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.10.5.1	Metros	Cable Genlis-F H07V-K de 2'5mm ² de sección y con aislamiento PVC	40	1'07 €	42'8 €
5.10.5.2	Metros	Cable Genlis-F H07V-K de 4mm ² de sección y con aislamiento PVC	30	1'75 €	52'50 €
5.10.5.3	Metros	Tubo rígido PVC de 16mm de diámetro	14	3'63 €	50'82 €
5.10.5.4	Metros	Tubo rígido PVC de 20mm de diámetro	10	4'62 €	46'2 €
5.10.5.5	Unidades	Toma de corriente monofásica 230V F+N+T	3	3'59 €	10'77 €
5.10.5.6	Unidades	Interruptor unipolar	1	3'81 €	3'81 €
5.10.5.7	Unidades	Luminaria Europa 2 FBS120 2xPL-C/2P26W/840 CON PG	3	76'00 €	228'00 €
5.10.5.8	Unidades	Luminaria de emergencia D3-60 de la 60 lm, 3 horas de autonomía y 2'2 w de consumo	1	58'19 €	58'19 €
TOTAL INSTALACIÓN SECUNDARIA DEL CT					493'06 €

5.10.6. PUESTA A TIERRA DEL CT

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.10.6.1	Metros	Conductor de cobre desnudo de 50mm ² de	25'4	32'75 €	831'85 €

		sección			
5.10.6.2	Metros	Conductor de cobre aislado 0'6/1 kV de 50mm ² de sección	10	18'07 €	1807 €
5.10.6.3	Unidades	Picas de 2m de largo y 14,6mm de diámetro	8	12'50 €	100 €
5.10.6.4	Unidades	Arqueta de registro de hormigón prefabricado sin fondo, de 70x70 cm y 100 cm de profundidad	1	40'29 €	40'29 €
TOTAL PUESTA A TIERRA DEL CT					2158'62 €

5.11.7. VARIOS

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.11.7.1	Unidades	Extintor de eficacia equivalente 89B	1	110'75 €	110'75 €
5.11.7.2	Unidades	Par de guantes de maniobra	4	55'70 €	222'80 €
5.11.7.3	Unidades	Banqueta aislante para maniobrar apartamenta	1	154'80 €	154'8 €
5.11.7.4	Unidades	Placa de aviso de "Peligro de Muerte"	1	3'83 €	3'83 €
5.10.7.5	Unidades	Armario primeros auxilios	1	55'76 €	55'76 €
5.10.7.6	Unidades	Placa 5 reglas de oro	1	3'83 €	3'83 €
5.10.7.7	Unidades	Pértiga detectora de tensión	1	61'07 €	61'07 €
TOTAL VARIOS					612'84 €

TOTAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:.....35921'69 €

Capítulo 5.11: SEGURIDAD

Nº orden	Unidad	Concepto	Medida	Precio unitario (Euros)	Total (Euros)
5.11.1	Unidades	Casco	6	2'15 €	12'90 €
5.11.2	Unidades	Calzado de seguridad	6	21'95 €	131'70 €
5.11.3	Unidades	Traje normal	6	11'45 €	68'70 €
5.11.4	Unidades	Traje impermeable	6	4,50 €	27'00 €
5.11.5	Unidades	Par de guantes de cuero	6	5'85 €	35'10 €
5.11.6	Unidades	Par de guantes aislantes	6	49'95 €	299'70 €
5.11.7	Unidades	Gafas de seguridad	6	7'15 €	42'90 €
5.11.8	Unidades	Cinturón de seguridad	6	18'00 €	108'00 €
5.11.9	Unidades	Protector auditivo	4	16'50 €	66'00 €
TOTAL SEGURIDAD					792'00 €

TOTAL
SEGURIDAD:.....792'00 €

RESUMEN DEL PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN

1. Iluminación:.....	77095'80 €
2. Cables:.....	49880'15 €
3. Canalizaciones:.....	62387'19 €
4. Tomas de corriente e interruptores:.....	979'92 €
5. Interruptores magnéticos:.....	43514'81 €
6. Interruptores diferenciales:.....	17746'66 €
7. Cuadros:.....	5059'16 €
8. Compensación de energía reactiva:.....	3833 €
9. Puesta a tierra:.....	9253'69 €
10. Centro de transformación:.....	35921'69 €
11. Seguridad:.....	792'00 €

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL:.....306464'07€

El total de la ejecución material asciende a **TRESCIENTAS SEIS MIL CUATROCIENTAS SESENTA Y CUATRO CON SIETE CÉNTIMOS.**

Gastos generales 5%:.....15343'20 €

Beneficio industrial 10%:.....30646'40 €

I.V.A. 18%.....55163'53 €

Suma de G.G. y B.I. (P.E. POR CONTRATA):.....407617'20 €

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a **CUATROCIENTAS SIETE MIL SEISCIENTAS DIEZ Y SIETE CON VEINTE CÉNTIMOS.**

Honorarios proyectista 3%:.....12228'51 €

Honorarios dirección de obra 3%:.....12228'51 €

TOTAL PRESUPUESTO.....432074'23€

Asciende el presupuesto general (con 18 % IVA), a la expresa cantidad de **CUATRO CIENTAS TREINTA Y DOS MIL SETENTA Y CUATRO CON VEINTITRES CÉNTIMOS.**

Pamplona, 24 de Febrero de 2011

Asier Salinas Garayoa



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

DOCUMENTO N°6: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD
Y SALUD

Asier Salinas Garayoa

Jose Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 24 de Febrero de 2.011

ÍNDICE

6.1. OBJETO	2
6.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR	2
6.3. INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN	2
6.3.1. EJECUCIÓN DE LA OBRA	2
6.3.2. EQUIPO Y MAQUINARIA A UTILIZAR	3
6.3.2.1. MAQUINARIA PARA EL IZADO DE MATERIALES	3
6.3.2.2. MÁQUINAS HERRAMIENTAS	4
6.3.3. CONDUCCIONES DE SERVICIOS PRÓXIMOS A LA OBRA Y A SUS ACCESOS INMEDIATOS	5
6.3.4. MEDIDAS PREVENTIVAS COLECTIVAS A ADOPTAR	6
6.3.4.1. RELACIÓN	6
6.3.4.2. DESCRIPCIÓN	6
6.3.5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	6
6.4. INSTALACIÓN EN MEDIA TENSIÓN	7
6.4.1. EJECUCIÓN DE LA OBRA	7
6.4.2. EQUIPO Y MAQUINARIA A UTILIZAR	7
6.4.2.1. MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS	7
6.4.2.2. MAQUINARIA PARA HORMIGONADO	9
6.4.2.3. MAQUINARIA PARA IZADO DE MATERIALES	10
6.4.2.4. MÁQUINAS HERRAMIENTAS	11
6.4.3. CONDICIONES DE SERVICIOS PRÓXIMOS A LA OBRA Y A SUS ACCESOS INMEDIATOS	12
6.4.4. MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR	12
6.4.4.1. RELACIÓN	12
6.4.4.2. DESCRIPCIÓN	15
6.4.5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	16
6.5. SERVICIOS	16
6.6. RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDAN EVITARSE	16
6.7. INFORMACIONES ÚTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES	17
6.8. OBSERVACIONES	17
6.9. ACREDITACIÓN	17

6.1. OBJETO

El objeto del presente documento es la consideración por el proyectista durante la elaboración de proyecto de los principios generales de prevención, al tomar decisiones constructivas, técnicas y de organización, a fin de planificar los trabajos a desarrollar simultánea o sucesivamente, así como la duración de los mismos.

6.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR

- Descripción de la obra: Instalación eléctrica en baja tensión de una nave industrial con centro de transformación.
- Presupuesto de ejecución por contrata: 432074'23 €
- Plazo de ejecución: 44 días
- Número máximo de trabajadores previstos: 6 operarios
- Número de jornadas del total de trabajadores: 264 jornadas

Observando estos datos y teniendo en cuenta las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción (Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997), nos será suficiente con el Estudio Básico de Seguridad y Salud.

6.3. INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN

6.3.1. EJECUCIÓN DE LA OBRA

Fase de obra	Medios auxiliares a emplear en fase
Colocación de las diferentes canalizaciones (bandeja, tubo, empotrado) y conductores eléctricos, así como toma de tierra, etc,...	Barandillas de protección, tapas de madera en arquetas, bandas de señalización
Instalación y montaje de cuadros generales y cuadros secundarios de protección	Cabrestante
Montaje y conexión de los aparatos de alumbrado y conexionado de los diferentes puntos de fuerza	Escaleras, andamios

6.3.2. EQUIPO Y MAQUINARIA A UTILIZAR

6.3.2.1. MAQUINARIA PARA EL IZADO DE MATERIALES

- Camión grúa

A) Riesgos más frecuentes:

- Vuelco del camión
- Atrapamientos
- Caída al subir (o bajar) a la zona de mandos
- Atropello de personas
- Desplome de la carga
- Golpes por la carga a paramentos (verticales u horizontales)

B) Medidas preventivas de seguridad:

- Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.
- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo-grúa.
- El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán expresamente dirigidas por un señalista, en previsión de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe estacionar (o circular con) el camión grúa a distancias inferiores a 2 m (como norma general), del corte del terreno (o situación similar, próximo a un muro de contención), en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe realizar tirones sesgados de la carga.
- Se prohíbe arrastrar cargas con el camión grúa (el remolcado se efectuará según características del camión).
- Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5 metros.
- Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.
- El conductor del camión grúa estará en posesión del certificado de capacitación que acredite su pericia.

C) Protecciones personales:

- Casco de polietileno (siempre que se abandone la cabina en el interior de la obra y exista el riesgo de golpes en la cabeza).
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Calzado para conducción.

6.3.2.2. MÁQUINAS HERRAMIENTAS

- Herramientas manuales

En este grupo incluimos las siguientes: taladro, percutor, martillo rotativo, pistola clavadora, disco radial, soldadura.

A) Riesgos más frecuentes:

- Descargas eléctricas
- Proyección de partículas
- Caídas en alturas
- Ambiente ruidoso
- Generación de polvo
- Explosiones e incendios
- Cortes en extremidades
- Quemaduras

B) Medidas preventivas de seguridad:

- Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.
- Las herramientas serán revisadas periódicamente de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- La desconexión de las herramientas, no se hará con un tirón brusco.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe, si hubiese necesidad de emplear las mangueras de extensión, éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.

C) Protecciones colectivas:

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Las mangueras de alimentación o herramientas estarán en buen uso.
- Los huecos estarán protegidos con barandillas.

D) Protecciones personales:

- Casco de seguridad homologado
- Guantes de cuero
- Protecciones auditivas y oculares en el empleo de pistola clavadora
- Cinturón de seguridad para trabajos en altura

6.3.3. CONDUCCIONES DE SERVICIOS PRÓXIMOS A LA OBRA Y A SUS ACCESOS INMEDIATOS

- ¿Existen líneas eléctricas aéreas que afectan a la construcción? NO
- ¿Existen servicios subterráneos (aguas, eléctricos, colectores, gas, etc) a desviar? NO

6.3.4. MEDIDAS PREVENTIVAS COLECTIVAS A ADOPTAR

6.3.4.1. RELACIÓN

Se especifican por fases, las medidas a utilizar en cada caso.

- Tendido de conductores

A) Descripción de los trabajos:

Se incluye en este apartado la construcción de canalizaciones realizadas a base de tuberías de PVC y cuantos elementos complementarios de obra civil sean necesarios para las instalaciones de energía eléctrica.

B) Riesgos más frecuentes:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Golpes
- Cortes por el manejo de herramientas manuales
- Partículas en los ojos
- Sobreesfuerzos

C) Medidas preventivas de seguridad:

- Cuando se prevea la existencia de canalizaciones en servicio en la excavación se determinará su trazado solicitando, si es necesario, su corte o desvío.
- En todos los casos se iluminará y señalizará suficientemente.

D) Protecciones colectivas:

- Tapas de madera en huecos de arquetas
- Bandas de señalización

E) Protecciones personales:

- Casco de polietileno
- Guantes de cuero
- Guantes de goma
- Botas de seguridad
- Botas de goma
- Ropa de trabajo

6.3.4.2. DESCRIPCIÓN

Se describirán todas las protecciones colectivas (a excepción de andamios y plataformas) enumeradas en el apartado anterior, indicando para cada equipo, características, forma de colocación, sujeción, etc.

Protecciones colectivas	Descripción
Barandillas	Barandillas de 90cm de altura con rodapié de 15cm sujetas a suelo para protección de huecos horizontales
Tapa-huecos	Entablonada o tapas de madera clavadas a forjado en huecos horizontales
Delimitación zona de trabajo	Señalización y delimitación de las zonas de trabajo
Orden y limpieza	Se mantendrá la obra limpia y ordenada, con zonas dedicadas a acopio de materiales sin acumulación de cargas excesivas en un punto

6.3.5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Tipo	Nº	Tipo	Nº
Traje de trabajo (tejido normal)	4	Protectores auditivos	4
Traje de trabajo (tejido impermeable)	4	Guantes de cuero	4
Cascos de seguridad	4	Guantes aislantes	4

Pantallas protectoras del rostro	2	Calzado de seguridad	4
Adaptadores faciales	2	Cinturones de seguridad	4
Filtro mecánicos	2	Otros	
Gafas de seguridad	4		

6.4. INSTALACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

6.4.1. EJECUCIÓN DE LA OBRA

Fase de obra	Medios auxiliares a emplear por fase (andamios, plataformas, etc.)
Obra civil, canalizaciones, centro de transformación	Barandillas de protección, tapas de madrea en arquetas, bandas de señalización.
Tendido de nuevos conductores y conexiónado de los mismos	Cabrestante

6.4.2. EQUIPO Y MAQUINARIA A UTILIZAR

6.4.2.1. MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

- Camión basculante

A) Riesgos más frecuentes:

- Choques con elementos fijos de la obra
- Atropello y aprisionamiento de personas en maniobras y operaciones de mantenimiento
- Vuelcos al circular por la rampa de acceso

B) Medidas preventivas de seguridad:

- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Al realizar las entradas o salidas del solar, lo hará con precaución.
- Respetará todas las normas del código de circulación.
- Si por cualquier circunstancia, tuviera que parar en la rampa de acceso, el vehículo quedará frenado, y calzado con topes.
- Respetará en todo momento la señalización de la obra.
- Las maniobras dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de la obra.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

C) Protecciones colectivas:

- No permanecerá nadie en las proximidades del camión, en el momento de realizar éste las maniobras.
- Si descarga material, en las proximidades de la zanja o pozo de cimentación, se aproximará a una distancia máxima de 1,00 m. garantizando ésta mediante topes.

D) Protecciones personales:

El conductor del vehículo cumplirá las siguientes normas:

- Usar casco homologado, siempre que baje del camión.
- Durante la carga, permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
- Antes de comenzar la descarga, tendrá echado el freno de mano.

• Retroexcavadora

A) Riesgos más frecuentes:

- Vuelco por hundimiento del terreno.
- Golpes a personas o cosas en el movimiento de giro.

B) Medidas preventivas de seguridad:

- No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios, al igual que el resto de las máquinas.
- La intención de moverse se indicará con el claxon (por ejemplo: dos pitidos para andar hacia adelante y tres hacia atrás).
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y la puesta en marcha contraria al sentido de la pendiente.
- El personal de obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes, durante el movimiento de ésta o por algún giro imprevisto al bloquearse una oruga.
- Al circular lo hará con la cuchara plegada.
- Al finalizar el trabajo de la máquina, la cuchara quedará apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina si la parada es prolongada se desconectará la batería y se retirará la llave de contacto.
- Durante la excavación del terreno en la zona de entrada al solar, la máquina no estará calzada al terreno mediante sus zapatas hidráulicas.

C) Protecciones colectivas:

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- Al descender por la rampa, el brazo de la cuchara estará situado en la parte trasera de la máquina.

D) Protecciones personales:

El operador llevará en todo momento:

- Casco de seguridad homologado
- Ropa de trabajo adecuada
- Botas antideslizantes
- Limpiará el barro adherido al calzado para que no resbalen los pies sobre los pedales

6.4.2.2. MAQUINARIA PARA HORMIGONADO

- Camión hormigonera

A) Riesgos más frecuentes:

- Atropello de personas
- Colisión con otras máquinas (movimiento de tierras, camiones, etc.)
- Vuelco del camión (terrenos irregulares, embarrados, etc.)
- Caída en el interior de una zanja (cortes de taludes, media ladera, etc.)
- Caída de personas desde el camión
- Golpes por el manejo de canaletas (empujones a los operarios quía que pueden caer)
- Caída de objetos al conductor durante las operaciones de vertido o de limpieza
- Golpes por el cubilote del hormigón
- Atrapamientos durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas
- Las derivadas del contacto con hormigón
- Sobreesfuerzos

B) Medidas preventivas de seguridad:

- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en los lugares plasmados en los planos para tal labor, en prevención de riesgos por la realización de trabajos en zonas próximas.
- La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido, serán dirigidos por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Las operaciones de vertido a lo largo de cortes en el terreno se efectuarán sin que las ruedas de los camiones-hormigonera sobrepasen la línea blanca (cal o yeso) de seguridad, trazada a 2 m (como norma general), del borde.

- Las rampas de acceso a los tajos no superarán la pendiente del 20% (como norma general), en prevención de atoramientos o vuelco de los camiones-hormigonera.

6.4.2.3. MAQUINARIA PARA EL IZADO DE MATERIALES

- Camión grúa

A) Riesgos más frecuentes:

- Vuelco del camión
- Atrapamientos
- Caída al subir (o bajar) a la zona de mandos
- Atropello de personas
- Desplome de la carga
- Golpes por la carga a paramentos (verticales u horizontales)

B) Medidas preventivas de seguridad:

- Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.
- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo-grúa.
- El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán expresamente dirigidas por un señalista, en previsión de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe estacionar (o circular con) el camión grúa a distancias inferiores a 2 m (como norma general), del corte del terreno (o situación similar, próximo a un muro de contención), en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe realizar tirones sesgados de la carga.
- Se prohíbe arrastrar cargas con el camión grúa (el remolcado se efectuará según características del camión).
- Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5 metros.
- Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.
- El conductor del camión grúa estará en posesión del certificado de capacitación que acredite su pericia.

C) Protecciones personales:

- Casco de polietileno (siempre que se abandone la cabina en el interior de la obra y exista el riesgo de golpes en la cabeza).
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Calzado para conducción.

6.4.2.4. MÁQUINAS HERRAMIENTAS

- Herramientas manuales

En este grupo incluimos las siguientes: taladro, percutor, martillo rotativo, pistola clavadora, disco radial, soldadura.

A) Riesgos más frecuentes:

- Descargas eléctricas
- Proyección de partículas
- Caídas en alturas
- Ambiente ruidoso
- Generación de polvo
- Explosiones e incendios
- Cortes en extremidades
- Quemaduras

B) Medidas preventivas de seguridad:

- Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.
- Las herramientas serán revisadas periódicamente de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- La desconexión de las herramientas, no se hará con un tirón brusco.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe, si hubiese necesidad de emplear las mangueras de extensión, éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.

C) Protecciones colectivas:

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Las mangueras de alimentación o herramientas estarán en buen uso.
- Los huecos estarán protegidos con barandillas.

D) Protecciones personales:

- Casco de seguridad homologado
- Guantes de cuero
- Protecciones auditivas y oculares en el empleo de pistola clavadora
- Cinturón de seguridad para trabajos en altura

6.4.3. CONDUCCIONES DE SERVICIOS PRÓXIMOS A LA OBRA Y SUS ACCESOS INMEDIATOS

- ¿Existen líneas eléctricas aéreas que afectan a la construcción? NO
- ¿Existen servicios subterráneos (aguas, eléctricos, colectores, gas, etc) a desviar? NO

6.4.4. MEDIDAS PREVENTIVAS COLECTIVAS A ADOPTAR

6.4.4.1. RELACIÓN

Se especifican por fases, las medidas a utilizar en cada caso.

- Obra civil para canalizaciones y tendido de conductores

A) Descripción de los trabajos:

Se incluye en este apartado la construcción de canalizaciones subterráneas realizadas a base de tuberías de PVC hormigonadas en todo su perímetro, formando prisma, arquetas de derivación o cambio de sentido y cuantos elementos complementarios de obra civil sean necesarios para las instalaciones de energía eléctrica.

B) Riesgos más frecuentes:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Golpes
- Cortes por el manejo de herramientas manuales
- Dermatitis por contactos con el cemento
- Partículas en los ojos
- Sobreesfuerzos
- Atrapamientos

C) Medidas preventivas de seguridad:

- Cuando se prevea la existencia de canalizaciones en servicio en la excavación se determinará su trazado solicitando, si es necesario, su corte o desvío.

- Si se atraviesan vías de tráfico rodado, la zanja se realizará en dos mitades, compactando una mitad antes de excavar la otra.
- En todos los casos se iluminará y señalizará suficientemente.
- Las bocas de arquetas deberán ser protegidas hasta la colocación de las tapas definitivas.

D) Protecciones colectivas:

- Barandillas de protección
- Tapas de madera en huecos de arquetas
- Bandas de señalización
- Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla
- Guirnaldas de señalización

E) Protecciones personales:

- Casco de polietileno
- Guantes de cuero
- Guantes de goma
- Botas de seguridad
- Botas de goma
- Traje impermeable
- Ropa de trabajo

- Centro de transformación

A) Descripción de los trabajos

Consiste en el montaje del centro de transformación incluyendo la aparamenta y materiales incluidos en el cuarto habilitado para ello en planta sótano.

B) Riesgos más frecuentes:

- Golpes a personas por el transporte en suspensión de grandes piezas
- Atrapamientos durante maniobras de ubicación
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de personas a distinto nivel
- Vuelco de piezas prefabricadas
- Desplome de piezas prefabricadas
- Cortes por manejo de herramientas manuales
- Cortes o golpes por manejo de máquinas-herramientas
- Aplastamiento de manos o pies al recibir las piezas

C) Medidas preventivas de seguridad:

- Se seguirán en todo momento las instrucciones del fabricante.
- El personal que realice los trabajos será especializado en el montaje de elementos prefabricados.
- Se comprobará que cada elemento prefabricado no sobrepase la capacidad de la grúa.
- Se revisarán periódicamente el estado de las eslingas, sustituyendo las que se encuentren deterioradas.
- Los anclajes deben ser seguros y estar correctamente colocados.
- El movimiento de las piezas prefabricadas se realizará sólo con los útiles previstos por la oficina de proyectos y las piezas se engancharán sólo de los puntos previstos y en las formas previstas.
- Se evitarán las tracciones oblicuas.
- Antes de izar, se comprobará que se encuentra libre y no tiene trabazón alguno que lo una a otro elemento.
- Una vez enganchada la pieza, el personal encargado de ello debe alejarse cuando las eslingas estén tensas.

D) Protecciones colectivas:

- Se suspenderá el montaje de paneles cuando los vientos superen la velocidad de 60km/h.
- Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.

E) Protecciones personales:

- Casco de polietileno
- Guantes de cuero
- Guantes de goma o PVC
- Botas de seguridad
- Botas de goma con puntera reforzada
- Cinturón de seguridad clase A o C
- Ropa de trabajo
- Trajes para tiempo lluvioso

• Conexión de las nuevas líneas

A) Descripción de los trabajos:

Se realizará la conexión de las nuevas instalaciones para dar servicio.

B) Riesgos más frecuentes:

- Caídas del personal al mismo nivel por uso indebido de las escaleras
- Electrocuciiones
- Cortes en extremidades superiores
- Golpes por objetos

- Caídas de objetos

C) Medidas preventivas de seguridad:

- Las conexiones se realizarán siempre sin tensión, verificando esta circunstancia con un comprobador de tensión.
- Las pruebas que se tengan que realizar con tensión, se harán después de comprobar el acabado de la instalación eléctrica.
- La herramienta manual se revisará con periodicidad para evitar cortes y golpes en su uso, debiendo estas estar aisladas.
- Toda la instalación se efectuará por personal especializado.

D) Protecciones colectivas:

- La zona de trabajo estará siempre limpia y ordenada, e iluminada adecuadamente.
- Las escaleras estarán provistas de tirantes, para así delimitar su apertura cuando sean de tijera, si son de mano, serán de madera con elementos antideslizantes en su base.
- Se señalizarán convenientemente las zonas donde se esté trabajando.

E) Protecciones personales:

- Mono de trabajo
- Casco aislante homologado
- Guantes de cuero
- Guantes aislantes
- Banquetas aislantes
- Pértigas aislantes
- Gafas
- Cinturón de seguridad

6.4.4.2. DESCRIPCIÓN

Se describirán todas las protecciones colectivas (a excepción de andamios y plataformas) enumeradas en el apartado anterior, indicando para cada equipo, características, forma de colocación, sujeción, etc.

Protecciones colectivas	Descripción
Barandillas	Barandillas de 90cm de altura con rodapié de 15cm sujetas a suelo para protección de huecos horizontales
Tapa-huecos	Entablonado o tapas de madera clavadas a forjado en huecos horizontales
Delimitación zona de trabajo	Señalización y delimitación de las zonas de trabajo
Orden y limpieza	Se mantendrá la obra limpia y ordenada,

	con zonas dedicadas a acopio de materiales sin acumulación de cargas excesivas en un punto
--	--

6.4.5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Tipo	Nº	Tipo	Nº
Traje de trabajo (tejido normal)	2	Protectores auditivos	
Traje de trabajo (tejido impermeable)	2	Guantes de cuero	2
Cascos de seguridad	2	Guantes aislantes	2
Pantallas protectoras del rostro		Calzado de seguridad	2
Adaptadores faciales		Cinturones de seguridad	2
Filtro mecánicos		Otros	
Gafas de seguridad	2		

6.5. SERVICIOS

Se usarán los de la obra de la nave.

6.6. RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDAN EVITARSE

Son los que afectan a los trabajadores de la obra y que con las medidas de prevención no pueden evitarse, pero sí pueden ser reducidos o controlados:

- Derivados de una incorrecta aplicación de las medidas preventivas de seguridad o mal uso de las protecciones colectivas o individuales por desconocimiento o falta de preparación. Pueden ser reducidos con reuniones y campañas de formación.
- Derivados de un repentino cambio en la salud del trabajador (infarto, lipotimia, mareo, etc. que en el caso de un conductor puede suponer una pérdida de control del vehículo o maquinaria). Estos riesgos pueden reducirse con un buen control médico y responsabilidad por parte del trabajador.
- Riesgos producidos por agentes o personas ajenas a la obra y con conductas anómalas (exceso de velocidad, no respetar señales etc.). Una esmerada señalización y formación del señalista puede reducir estos riesgos.
- Riesgos producidos por mal estado físico del trabajador (cansancio, somnolencia, embriaguez etc.). Evitar jornadas de trabajo excesivamente largas, vigilancia del empresario o sus representantes y una correcta formación del trabajador, sirven para controlar estos riesgos.
- Los derivados por actos de sabotaje o vandálicos dentro de la obra. El vallado de la obra y la prohibición de paso para las personas ajenas a las obras, tienden a reducir este tipo de riesgos.

- Riesgos derivados de fallos mecánicos en vehículos o maquinaria (rotura de frenos, dirección etc.). La inspección y mantenimiento adecuados, son efectivos a la hora de prevenir este tipo de riesgos.

6.7. INFORMACIONES ÚTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES

Con el fin de poder realizar en las debidas condiciones de seguridad los posteriores trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento de la urbanización se han adoptado en el proyecto de ejecución las siguientes medidas que deberán ser cumplidas en el proceso constructivo:

- La separación entre servicios permitirá las reparaciones sin riesgo de accidentes.
- Colocación de bandas de señalización sobre las canalizaciones, electricidad.
- Colocación de tomas de tierra y protecciones de cables.
- Construcción de arquetas de registro en todas las instalaciones, con medidas y separaciones adecuadas e inscripción en la tapa del tipo de servicio.

Además de estas medidas adoptadas en proyecto, si durante la ejecución de las obras fuera necesario realizar modificaciones en el diseño o situación de las infraestructuras, el Contratista elaborará planos definitivos en los que se indiquen el emplazamiento, profundidad y tipo de canalización, que serán entregados al organismo o compañía suministradora que deba hacerse cargo de la instalación.

6.8. OBSERVACIONES

Para la adecuada efectividad de las medidas preventivas enumeradas en este Estudio Básico de Seguridad y Salud es necesario que, en el clausulado del Contrato de Obra, se incluyan las disposiciones adecuadas dirigidas al efectivo cumplimiento de dichas medidas por parte de la Empresa Contratista, de sus Subcontratas y de los Trabajadores Autónomos que utilice.

6.9. ACREDITACIÓN

D. Andoni Arregui Borja, en su calidad de redactor del presente Estudio Básico declara bajo su responsabilidad que todos los datos que se consignan en el presente documento han sido obtenidos de inspección propia.